

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

«Волжский государственный университет водного транспорта»

Пермский филиал

(факультет, институт)

Отделение высшего образования

(наименование структурного подразделения, ответственного за подготовку ВКР)

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заместитель директора по УМР и ВР

(должность руководителя структурного подразделения,

ответственного за подготовку ВКР)

Е.В. Баранова

(Ф.И.О. руководителя структурного подразделения, ответственного
за подготовку ВКР)

« 01 » декабря 2022 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему: «Модернизация релейной защиты и высоковольтного выключателя

РП-6кВ»

(тема ВКР)

Направление подготовки
(специальность)

26.05.07 Эксплуатация судового

электрооборудования и средств автоматики

Образовательная программа

Эксплуатация судового электрооборудования и

средств автоматики

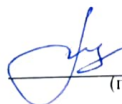
Обучающийся

 01.12.22
(подпись и дата)

А.Ю.Зайцев
(И. О. Фамилия)

Руководитель ВКР

к.т.н., доцент
(ученая степень, звание)

 01.12.22
(подпись и дата)

А.Л. Погудин
(И. О. Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент

 01.12.22
(подпись и дата)

Е.В. Бартова

ст.преподаватель

(ученая степень, звание)

01.12.22
(подпись и дата)

Л.С. Скорюпина
(И. О. Фамилия)

Нормоконтроль

к.т.н., доцент
(ученая степень, звание)

 01.12.22
(подпись и дата)

А.Л. Погудин
(И. О. Фамилия)

Пермь 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Исследовательский раздел.....	6
1.1 Назначение распределительной подстанции.....	6
1.2 Область применения распределительной подстанции	6
1.3 Теоретический обзор трансформаторных и распределительных подстанций.....	8
1.4 Анализ существующих элементов электроэнергетической системы.....	9
1.4.1 Схема электроснабжения.....	9
1.4.2 Потребители.....	11
1.5 Объект исследования	12
1.5.1 Выявление недостатков оборудования подлежащего модернизации.....	13
1.5.2 Выявление преимуществ оборудования подлежащего модернизации.....	16
1.5.3 Обзор преимуществ современного оборудования.....	17
1.5.4 Обзор недостатков современного оборудов.....	18
1.6 Выбор вакуумных выключателей.....	19
1.7 Выбор микропроцессорной релейной защиты.....	21
1.8 Выводы по разделу.....	24
2 Конструкторско-технологический раздел.....	25
2.1 Основные требования к проектируемой распределительной подстанции.....	25
2.2 Токи короткого замыкания.....	28
2.3 Расчет токовых защит.....	29
2.4 Расчет уставок защит.....	40

<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>								
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Модернизация релейной защиты и высоковольтного выключателя РП-6кВ	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб</i>		<i>Зайцев А Ю</i>		<i>01.12.22</i>				
<i>Провер</i>		<i>Позудин А Л</i>		<i>01.12.22</i>			2	88
<i>Н. Контр</i>		<i>Позудин А Л</i>		<i>01.12.22</i>		ПФ ФГБОУ ВО «ВГУВТ»		
<i>Утверд</i>		<i>Баранова Е В</i>		<i>01.12.22</i>				

2.5 Выбор оборудования.....	42
2.6 Разработка схем управления.....	42
2.6.1 Принципиальные схемы управления трансформатором до модернизации.....	42
2.6.2 Принципиальные схемы управления трансформатором после модернизации.....	42
2.7 Вывод по разделу	49
3 Экономический раздел.....	51
3.1 Расчет капиталовложений.....	51
3.2 Расчет расходов по содержанию объекта в эксплуатации.....	51
3.3 Выводы по разделу.....	59
4 Раздел охраны труда.....	60
4.1 Структура общих положений.....	60
4.1.1 Краткое направление дипломного проекта.....	60
4.1.2 Идентификация негативных факторов производственной среды на рабочем месте.....	60
4.1.3 Предполагаемые изменения негативных факторов производственной.....	61
4.2 Нормативные документы, относящиеся к решению вопросов охраны труда.....	61
4.3 Мероприятия по охране труда.....	63
4.4 Пожарная безопасность.....	81
4.5 Выводы по разделу.....	82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	84
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	85
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	88

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня электроэнергетика во всем мире развивается крайне быстро и происходит рост не только нагрузок, но и повышение эффективности энергосистемы. Энергосистема должна обладать высоким уровнем надежности, быть устойчивой к аварийным ситуациям, обеспечивать бесперебойную подачу электроэнергии [5]. Производители устройств релейной защиты постоянно работают над совершенствованием своей продукции и на смену электромеханическим реле приходят устройства на основе микропроцессора, они уже давно показывают себя в мировой энергетике как быстрое, надежное и чувствительное решение с хорошей селективностью. Путем введение микропроцессорных устройств обладают такими свойствами как многофункциональность, при должном уровне знаний их удобно настраивать и эксплуатировать.

Актуальность работы связана с необходимостью замены устаревшей электромеханической релейной защиты на современное микропроцессорное оборудование. Они выгодны с экономической точки зрения, так как снижают затраты на обслуживание и уменьшают ущерб при аварии за счет своего быстродействия.

Объект исследования - распределительная подстанция РП-6 кВ Новороссийского нефтяного терминала.

Предмет исследования - процесс замены электромеханических реле защит на микропроцессорный блок защиты релейной защиты и автоматики.

Цель работы - повышение надежности, чувствительности, быстродействие, селективности(избирательность) подстанции 6кВ путем модернизации релейной защиты и автоматики ячейки 6 кВ

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи [11]:

- провести анализ предметной области,

									Лист
									4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ПФВ-04.170.110.01.ПЗ				

- провести анализ релейной защиты и автоматики в энергосистеме на подстанции Новороссийского нефтяного терминала,
- сформулировать обоснование модернизации релейной защиты и автоматики,
- провести сравнительный анализ существующей и предлагаемой релейной защиты и автоматики,
- обосновать выбор оборудования релейной защиты и автоматики,
- разработать схему релейной защиты и автоматики,
- провести экономическое обоснование проекта,
- изучить и привести требования по охране труда.

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

1 Исследовательский раздел

1.1 Назначение распределительной подстанции

Распределительная подстанция (РП) – электроустановка, предназначенная для распределения электрической энергии внутри сети. РП – 6 кВ предназначены для защиты и коммутации электрических сетей и оборудования с номинальным напряжением 6 кВ, с номинальным током до 1600 А и током динамической стойкости до 32 кА.[1]

РП – 6 кВ выполняет следующие основные функции [8]:

- оперативные переключения в распределительной сети (местная и дистанционная реконфигурация сети),
- автоматическое отключение поврежденного участка,
- автоматическое выделение поврежденного участка,
- автоматическое восстановление питания на неповрежденных участках сети,
- автоматический сбор информации о параметрах режимов работы электрической сети,
- коммерческий и технический учет электроэнергии.

1.2 Область применения распределительной подстанции

РП – 6 кВ применяется в распределительных сетях трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, номинальным напряжением 6 кВ в качестве [1]:

- фидера на питающей подстанции (ОРУ, РП),
- автоматического пункта секционирования сети с односторонним питанием,
- автоматического пункта секционирования сети с двухсторонним питанием (в т.ч. пункта сетевого резервирования – АВР),
- защитного пункта на ответвлении сети,

Питание РП осуществляется:

- с подстанции 35-110 кВ,

- с соседнего РП по одной линии,
- с соседнего РП по двум отдельным линиям,
- с соседнего РП по двум параллельным (сдвоенным) линиям,

В РП не происходит трансформации или преобразования электроэнергии.

Основы проектирования РП 6 кВ [4]. Целесообразность сооружения распределительных пунктов должна обосновываться в каждом конкретном случае технико-экономическими расчетами. Допускается применение распределительных пунктов при нагрузке на их шины не менее 5 МВт при напряжении 6 кВ. Распределительные пункты 6 кВ обычно выполняются с одной системой шин (секционированной или несекционированной) [8].

Питание распределительных пунктов осуществляется по радиальным схемам от разных секций шин 6 кВ опорных подстанций или подстанций глубокого ввода либо от главных понизительных подстанций. Шины 6 кВ ОПС или ПГВ принято называть центром питания (ЦП) [15].

На рисунке 1.1 представлены радиальные схемы питания распределительных пунктов:

- 1) с секционированной системой шин при отдельной или параллельной работе питающих линий,
- 2) с несекционированной системой шин с резервной питающей линией,
- 3) РП1, РП2 с несекционированными системами шин с резервированием по связям между РП.

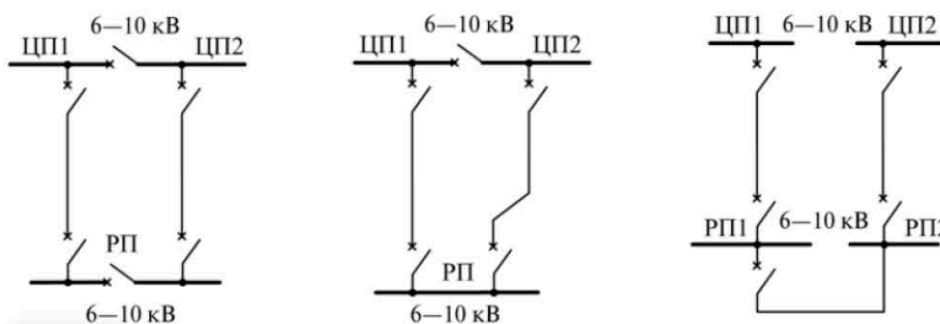


Рисунок 1.1 – Питание распределительных пунктов

1.3 Теоретический обзор трансформаторных и распределительных подстанций

В состав распределительной подстанции включают устройства приёма и распределения электроэнергии, приборы коммутации, соединительные шины, автоматические выключатели, контрольно-измерительные приборы, аппараты релейной защиты и автоматики [8]

Для установки шин и необходимых аппаратов служат специальные помещения – камеры. Камеры в РП в зависимости от вида, установленного в них оборудования делятся на камеры [8]:

- выключателей,
- измерительных трансформаторов напряжения,
- разрядников,
- заземляющих разъединителей.

Так же в РП установлено следующее оборудование [1]:

- щит низковольтного комплектного устройства, предназначенный для приема и распределения электроэнергии до 4000 А,
- щит учета – предназначенный для учета электроэнергии,
- щит собственных нужд для подключения освещения и подогрева шкафов РП,
- распределительного устройства высшего напряжения - основное устройство распределения распределительной подстанции,
- цоколь РУВН контактная группа соединения РУВН с силовыми шинами,
- цоколь НКУ контактная группа соединения НКУ с низковольтными шинами,
- охранно-пожарный комплекс-обеспечивает систему сигнализации и пожаротушения,
- электроконвектор - служит для поддержания эксплуатационной температуры,

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ПФВ-04.170.110.01.ПЗ					

Для трансформаторных распределительных подстанций также характерно расположение следующих элементов [8]:

- вентиляционные жалюзи,
- силовой трансформатор – служит для преобразования электрической энергии,
- шинный мост к НКУ - предназначен для соединения между собой двух секций сборных шин от силового трансформатора к НКУ,
- кабельная перемычка к РУВН-служит для подключения силового трансформатора к РУВН,
- также все подстанции должны быть установлены в монтажный блок.

Корпус РП (РТП) представляет собой металлический каркас, обшитый сэндвич панелями или выполненный в другом исполнении [3].

1.4 Анализ существующих элементов электроэнергетической системы

1.4.1 Схема электроснабжения

Главная понизительная подстанция (ГПП) - подстанция, получающая питание напряжением 110 кВ непосредственно от районной энергосистемы и распределяющая электроэнергию на более низком напряжении 6кВ [3].

Выбор количества сооружаемых трансформаторов основывается на категории потребителей. Для первой и второй категории ГПП предприятий, как правило, сооружают двухтрансформаторными. Поскольку энергосистема проектируемой распределительной подстанции предназначена для питания нефтеперекачивающих станций, имеет вторую категорию потребителей.

В ГПП (Рисунок 1.2) представленного предприятия расположено следующее оборудование:

- Т1 и Т2 силовые масляные трехфазные двухобмоточные трансформаторы серии ТРДН 63000кВА класса напряжений 110/6/6 кВ

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Две рабочие и обходная система шин - используют для соединения оборудования и аппаратов между собой. Первая, вторая и обходная системы шин выполнены из алюминиевых шин.

- Высоковольтные выключатели ВМТ – 110. Предназначены для коммутации электрических цепей при нормальных и аварийных режимах работы.

- Разъединители типа РНДЗ-2-110/1000В1 - служат для видимого разрыва цепи, который отделяет рабочее место от токоведущих частей, которые остались под напряжением. Управление разъединителем осуществляется вручную и дистанционно.

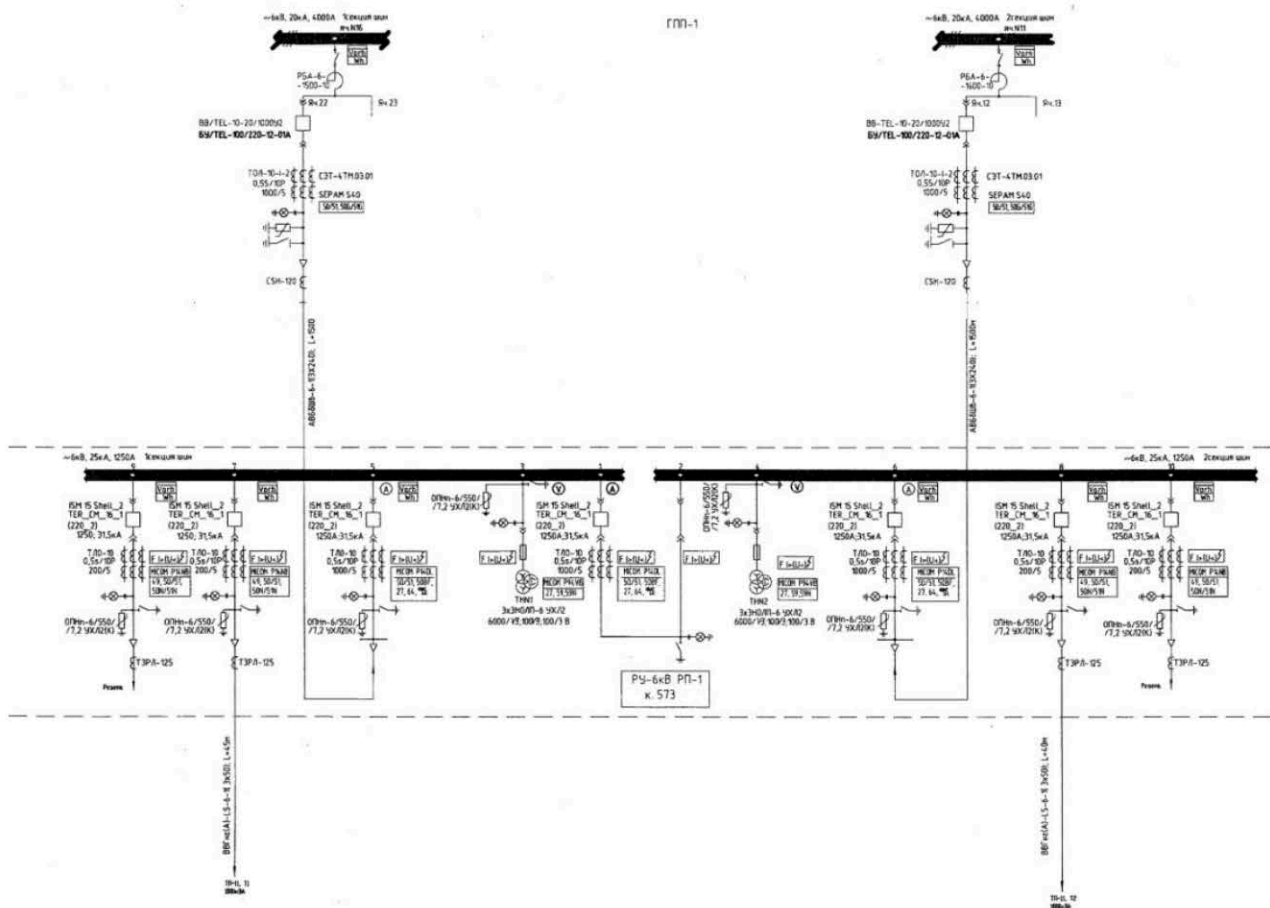


Рисунок 1.2 - Схема питания РП 6 кВ

- Трансформаторы тока типа ТФЗМ – 110 - служат для уменьшения первичного тока к значениям тока во вторичной обмотке 5А для измерительных приборов и реле

- Трансформаторы напряжения типа НКФ - 110 - масляные измерительные трансформаторы, предназначенные для снижения высоковольтного напряжения, питают такие приборы как ваттметры, счетчики активной и реактивной мощности, частотомер.

- Ограничители напряжения типа ОПН – 120 - установлены для ограничения перенапряжений, которые влияют на изоляцию оборудования подстанции.

1.4.2 Потребители

Комплектные трансформаторные подстанции (КТП) с двумя трансформаторами предназначены для приема, преобразования и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока частотой 50 Гц. Номинальным напряжением 6/0,4 кВ. Количество трансформаторов аналогично выбирается в зависимости от категории потребителей. Для нефтеперекачивающих станций это вторая категория [5].

Подстанции построены в основном по одному конструктивному принципу и отличаются друг от друга некоторыми техническими решениями, обусловленными типом встроенного силового трансформатора и способом выполнения.

Для преобразования электроэнергии 6/0,4 кВ используются комплектная двухтрансформаторная подстанция КТП-2х1000/6/0,4кВА. В таблице 1.1 – представлены технические характеристики КТП 2х1000/6/0,4кВА. На рисунке 1.3 представлена однолинейная схема ТП

КТП состоит из следующих основных частей:

- высоковольтный ввод – представлен в кабельном исполнении корпус, смонтирован из сэндвича панелей на стальной, сварной раме,

- силовой сухой трансформатор Trihal 1000 кВА с литой изоляцией тип TRS 1000/6/0.4 кВ – предназначен для непосредственного преобразования электрического тока,

- распределительное устройство низшего напряжения (РУНН) – состоит из нескольких шкафов со встроенными в них аппаратами для коммутации

Таблица 1.1 – Технические характеристики КТП 2х1000/6/0,4кВА

Технические характеристики	
Номинальная мощность кВА	1000
Наминальное напряжение на стороне ВН, кВ	6
Номинальное напряжение на стороне НН, кВ	0.4
Диапазон регулирования	+5%, +2,5%, 0%, -2,5%, -5%
Схема соединения обмоток	D/Yn-11
Способ установки	Стационарный
Количество трансформаторов	2
Тип входа со стороны ВН	Кабельный
Тип вывода со стороны НН	Шинный
Тип нейтрали трансформатора по НН	Глухозаземленная
Тип установленных трансформаторов	Сухой

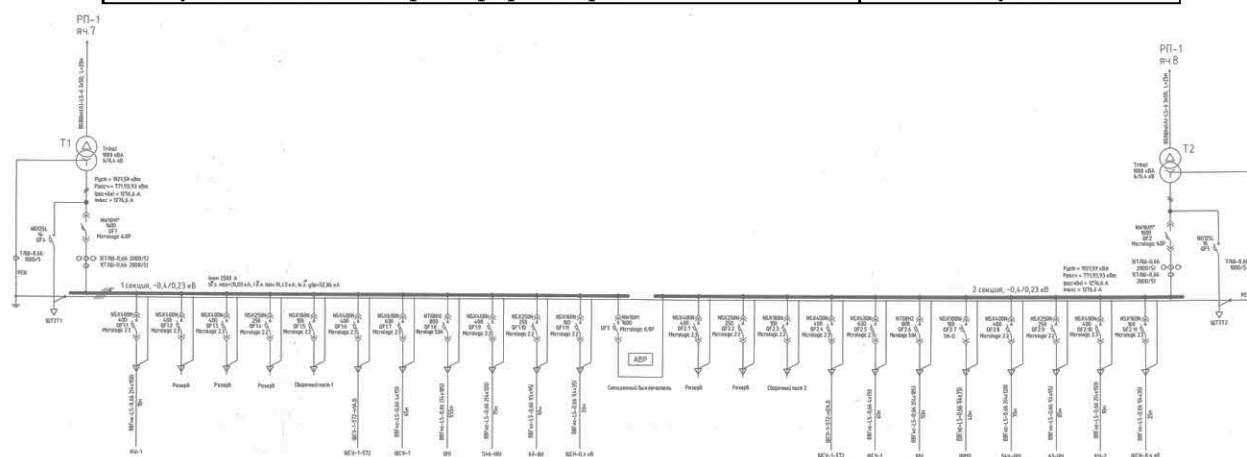


Рисунок 1.3 – Однолинейная схема ТП

1.5 Объект исследования

В камерах распределительной подстанции расположено большое количество электрических аппаратов. Ввиду технического прогресса многое электрооборудование начинает устаревать. Особенно сильно это коснулось коммутационных электромеханических аппаратов и аппаратов защиты. Объектом исследования данной работы является описание рациональности модернизации таких коммутационных аппаратов на более современные аналоги.

Оборудование, требующее замены:

Масляный выключатель – коммутационный аппарат, предназначенный для оперативных включений и отключений отдельных цепей или электрооборудования в энергосистеме, в номинальных или аварийных режимах, при ручном или автоматическом управлении. Дугогашение в таком выключателе происходит в масле [11].

Релейная защита построенная с применением реле тока РТ-40 – комплекс устройств, предназначенных для быстрого автоматического выявления и отделения от электроэнергетической системы поврежденных элементов этой системы. Где исполнительным элементом является электромеханическое реле тока [11].

Возможный аналог устаревшему оборудованию:

Вакуумные выключатели – Также выполняет коммутационные функции в различных режимах работы системы, но в отличие от масляных выключателей, дугогасящей средой является глубокий вакуум [5].

Микропроцессорная релейная защита (МП РЗА) – устройство релейной защиты, управляющая часть которой реализована на базе полупроводниковых элементов [5].

1.5.1 Выявление недостатков оборудования подлежащего модернизации

Недостатки масляных выключателей:

1) Пожарная опасность масляных выключателей велика из-за относительно большого количества в них горючего масла. Значительно увеличивает пожарную опасность старение масла, которое сильно снижает его изолирующие свойства, т.е способствует пробоем изоляции, который может привести к образованию в масле мощных искр и дуги

При повреждениях или возникновении электрической дуги масло, нагреваясь, подвергается термическому разложению (крекингу) на газообразные составы. В таких случаях из масла выделяется метан, водород,

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						13
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

этилен, ацетилен и др. Эти газы в смеси с воздухом образуют взрывоопасные смеси, которые могут взорваться под действием дуги или мощных электрических искр, электрическая дуга также вызовет науглероживание масла.[18]

Большая взрыво и пожароопасность, вынуждает следить за следующими параметрами:

- соблюдение номинальных и допустимых режимах работы,
- соблюдение норм качества масла,
- соблюдение температурных режимов,

Также необходимо постоянно контролировать:

- качество выполнения ремонтных работ,
- устройства охлаждения,
- устройства регулирования,
- устройства автоматики и защиты

2) Необходимость в содержании масляного хозяйства. Масляный выключатель, конструктивно, состоит из наполненных трансформаторным маслом баков, системой контактов и блока управления. Баки, наполненные маслом необходимы для гашения дуги, возникающей при размыкании контактов. Гашение происходит благодаря газомасляной смеси, при этом выделяется большое количество тепла и происходит испарение масла. В связи с этим необходимо постоянно [18]:

- проверять уровень трансформаторного масла,
- наполнять баки маслом при достижении минимально допустимого уровня,
- проверять качество трансформаторного масла, чтобы не допустить его «старения»,
- также необходимо хранить дополнительное трансформаторное масло в закрытых помещениях, оборудованных противопожарными системами.

3) Трудозатраты на обслуживание Масляные выключатели требуют постоянного технического обслуживания плановых и капитальных ремонтов, что влечет за собой человеческий ресурс [19].

В плановый осмотр входит:

- проверка уровня масла в полюсах выключателя,
- проверка наличия выбросов масла в зону масляного буфера,
- проверка течи масла из цилиндров полюсов,
- проверка на чрезмерный перегрев,
- проверка состояния наружных контактных соединений, изоляции и заземления,
- проверка на запыленность, загрязненность,
- проверка на наличие трещин на изоляторах и конструкциях выключателя,

В капитальный ремонт входит:

- отсоединение выключателя от шин и привода,
- слив масла,
- разборку выключателя,
- осмотр и ремонт приводного механизма, фарфоровых опорных, проходных и изоляторов тяги, внутрибаковой изоляции и.д.р.

Такое количество технических воздействий на электрический аппарат требует, частого выведению из эксплуатации и влечет за собой большие финансовые, и трудовые затраты.

Недостатки релейной защиты построенные с применением реле тока РТ-40:

1) Неустойчивость к механическим воздействиям. Реле предназначено для крепления в вертикальной плоскости, отклонение от вертикального положения из-за неуравновешенности подвижной системы реле приводит к дополнительной погрешности [24].

2) Большие трудозатраты в обслуживании. Поскольку прибор электромеханический, присутствуют периодические ложные срабатывания, залипание подвижных контактов, регулировка тока срабатывания производится за счет натяжения пружины, малый ресурс механических частей [23].

3) Малая чувствительность. Электромеханические реле тока имеют малую чувствительность, реле практически или совсем не реагирует при минимально допустимом режиме работы энергосистемы

4) Отсутствие возможности построения характеристики зависимости селективности по времени [23].

5) Отсутствие самодиагностики. Из-за отсутствия обратной связи у электромеханических реле самодиагностика невозможна [23].

6) Отсутствие возможности интегрирования в АСУТП. электромеханическое токовое реле не может быть интегрировано в АСУТП, так как в своей конструкции не имеет вычислительных, программируемых элементов [23].

1.5.2 Выявление преимуществ оборудования подлежащих модернизации

Преимущества масляных выключателей:

1) Простота конструкции. Благодаря относительно простым конструкционным элементам, для проведения технического обслуживания и ремонта не требуются узкие специалисты и специальное оборудование. Что снижает финансовую нагрузку в случае возникновения неисправности [15].

Преимущества релейной защиты построенные с применением реле тока РТ-40:

2) Простота конструкции. Благодаря простоте конструкции создание такой защиты не требует большого количество человеческого и финансового ресурса, а при правильном расчете токов перегруза и токов короткого замыкания, позволяет создать достаточно селективную защиту практически на всех участках энергосистемы [15].

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3) Дешевизна обслуживания. Поскольку данная система, построенная на относительно простых и распространённых электромеханических реле тока, а также не требует наличия узкоспециализированных специалистов, ремонт и обслуживание данной системы не повлечет за собой больших финансовых затрат [15].

1.5.3 Обзор преимуществ современного оборудования

Преимущества вакуумных выключателей:

1) Меньшие затраты на обслуживание. Поскольку дугогасящей средой в таких выключателях является глубокий вакуум, пропадают затраты на масляное хозяйство, тем самым сокращается трудовая и финансовая нагрузка [21].

2) Широкий температурный диапазон. Преимущество температурного диапазона особенно заметно при работе в условиях низкой температуры, поскольку масло в масляных выключателях густеет при низких температурах, замедляя расхождение контактов. Температура окружающей среды не влияет на вакуумный выключатель [13].

3) Экологичность. Исключается вероятность разлива трансформаторного масла, отсутствуют вредные выбросы водородных соединений [13].

4) Универсальность монтажа. Может быть установлено в любом удобном положении, из-за отсутствия жидких элементов системы [13].

5) Меньший вес и габаритные размеры. Габаритные размеры уменьшены благодаря отсутствию массивных масляных баков. Средний вес вакуумного выключателя 35 кг, масляные 200 кг + вес масла 50 кг. Уменьшенная масса и габаритные размеры позволяют упростить монтаж выключателя [13].

Преимущества микропроцессорной релейной защиты:

1) Многофункциональность. Благодаря большому количеству сервисных функций может выполнять значительно большее количество задач чем электромеханический аналог [7].

2) Компактность. Так как все основные функциональные элементы состоят из полупроводниковых электронных элементов, габаритные размеры многократно уменьшаются, по отношению к электромеханическим аппаратам защиты [7]

3) Самодиагностика. Микропроцессорные блоки защит оснащены современной системой обратной связи и способны с большой точностью определить причину отключения поврежденного звена энергосистемы [7].

4) Интегрируемость в АСУТП. Благодаря высокой вычислительной способности релейная защита может быть интегрирована в АСУТП, что облегчит работу обслуживающего персонала [7].

5) Устойчивость к механическим воздействиям. Поскольку система микропроцессорной релейной защиты построена на статичных полупроводниковых элементах и не имеет подвижных и чувствительных электронных компонентов, становится устойчивой к механическим воздействиям [7].

1.5.4 Обзор недостатков современного оборудования

Недостатки вакуумных выключателей:

1) Большие капитальные вложения. Требуются большие разовые финансовые затраты на закупку оборудования и введения его в эксплуатацию [7].

Недостатки микропроцессорных реле защит:

1) Большие капитальные вложения – необходимы большие разовые финансовые затраты на закупку оборудования, его монтаж и введение в эксплуатацию [7].

2) Неисправность – при выходе из строя даже одного элемента микропроцессорной защиты, ремонт оборудования является нерентабельным и требует замены целого блока [7]

Приняв во внимание все вышеперечисленные преимущества и недостатки, самым оптимальным решением будет заменить масляные выключатели на вакуумные выключатели ВВ/TEL, а также аналоговые, механические реле РТ-40 на микропроцессорную релейную защиту [7].

1.6 Выбор вакуумных выключателей

После описания всех преимуществ вакуумных выключателей над масляными, появляется необходимость выбора вакуумных выключателей [5].

Выключатели должны соответствовать следующим требованиям и обеспечить [5]:

- конструктивную надежность,
- удобство эксплуатации,
- бесперебойную работу,
- безопасность персонала,
- оперативную защиту оборудования при аварийных ситуациях,
- низкую стоимость,
- отечественное производство,

Компания «Таврида Электрик» представила на рынок новую линейку выключателей серии Shell. Выключатели ВВ/TEL обладают следующими преимуществами:

1) Благодаря установке новых ВДК, удалось добиться высокой коммутационной способности, снизить переходное сопротивление, увеличить стойкость к свариванию при протекании сквозных токов короткого замыкания.

2) Установка тягового изолятора лабиринтного типа, такая конструкция обеспечивает высокую электрическую прочность при значительно меньших габаритных размерах, поскольку путь пробоя по воздуху имеет вид ломанной линии, с участком, направленным противоположно действию поля.

3) Контактные терминалы, изготовленные по особой технологии из высокопрочного алюминиевого сплава, являются эффективными радиаторами токоведущих частей коммутационного модуля и обеспечивают надежную и удобную ошиновку выключателя. Поперечное сечение терминалов выбрано таким образом, чтобы, с одной стороны, обеспечить эффективную площадь теплоотдачи, а, с другой, необходимую механическую прочность конструкции и соответствующее сечение для протекания электрического тока.

4) Механизм блокирования коммутационного модуля отличается от тех, которые применяются в выключателях до 1000А серии TEL. Блокировка построена таким образом, чтобы исключить жесткую связь между приводом аппарата и внешними, подключенными к аппарату, блокировочными устройствами КРУ или КСО, и тем самым снять ограничения по нагрузке на блокировочный вал ВВ от внешних механизмов. Это достигается за счет специального блокировочного устройства, имеющего два фиксированных состояния. В состав блокировочного устройства входят блокировочный вал, две S-образные пружины, воздействующие на этот вал, а также микропереключатель, контакты которого включены в цепь питания катушек привода и управляются блокировочным валом. Блокировочное устройство имеет два состояния: «Заблокировано» и «Разблокировано»

5) Выключатель имеет простейшую кинематическую схему, при которой все подвижные части двигаются вдоль вертикальной оси. Это позволяет исключить наличие вращающихся элементов и создать не обслуживаемый малогабаритный привод.

6) Конструкция терминалов токоведущих вводов ВВ/TEL обеспечивает свободу действия при организации ошиновки; удобный выносной указатель положения главных контактов, а также продуманная система блокировок обеспечат безопасность эксплуатации. Вес выключателя всего около 50 кг

7) При разработке новой линейки выключателей Shell были использованы самые передовые технологии: вакуумные дугогасительные камеры ВВ/TEL IV поколения с уникально малыми габаритами, двухразрывный привод пониженной энергоемкости, тяговые изоляторы лабиринтного типа, исполнение терминалов выключателя из экструдированного алюминиевого профиля. Новая линейка выключателей была с успехом представлена на ведущих мировых выставках и форумах. Уже сегодня выключатели новой серии эксплуатируются на ответственных объектах Западной Европы, США, Азии, стран Ближнего и Дальнего Востока. Около 1000 аппаратов уже эксплуатируется в России.

Таким образом, выбор выключателей ВВ/TEL является самым оптимальным при замене масляных выключателей на вакуумные.

1.7 Выбор микропроцессорной релейной защиты

После описания всех преимуществ микропроцессорной релейной защиты над электромеханическими реле по многим параметрам, появляется необходимость выбора марки и производителя микропроцессорных релейных защит [5].

Структурная микропроцессорная релейная защита (Рисунок 1.4) должна состоять из следующих элементов:

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ПФВ-04.170.110.01.ПЗ				

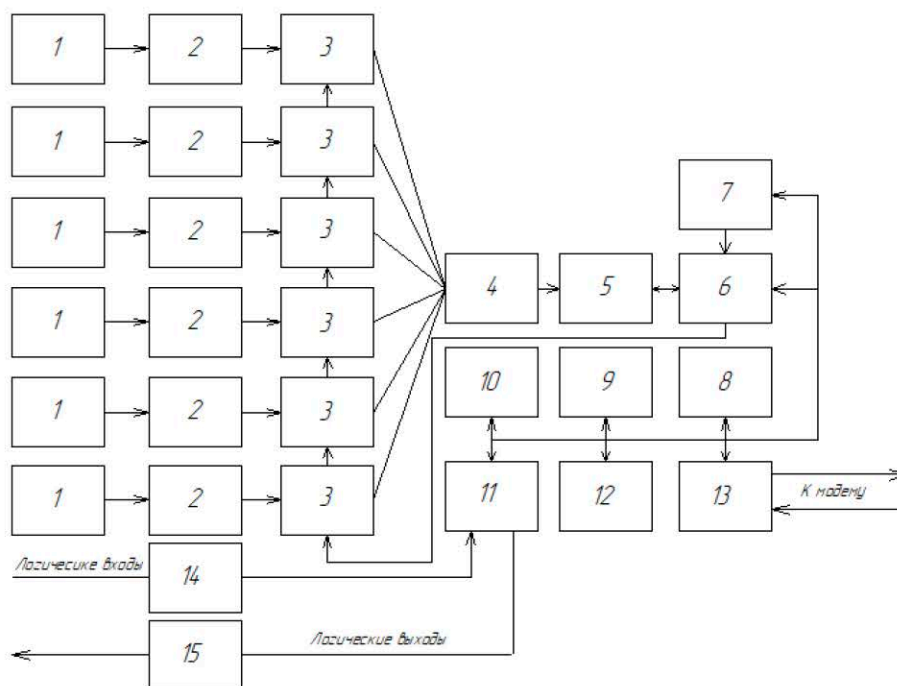


Рисунок 1.4 – Структурная схема микропроцессорной защиты

Внутренние трансформаторы (1), антиалиазинговые фильтры (2), цепи выборки и запоминания (3), мультиплексор (4), аналого-цифровой преобразователь (5), микропроцессор (6), таймер (7), электрически стираемое перепрограммируемое запоминающее устройство (EEPROM) (8), оперативная память (RAM) (9), Постоянное запоминающее устройство (10), логические входы-выходы (11), клавиатура и дисплей (12), серийный порт (13), оптроны (14), выходные реле (15)

Блок управления микропроцессорной релейной защиты состоит из [9]:

- плата источника питания,
- плата главного процессора с системой связи,
- модули логических входов и выходов,
- блок аналоговых входов

Микропроцессорная релейная защита должна соответствовать следующим требованиям и иметь следующий функционал [5]:

- контроль минимального тока,
- токовая защита обратной последовательности,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФВ-04.170.110.01.ПЗ

Лист

22

- обнаружение обрыва проводника линии,
- тепловая защита,
- защита при включении на КЗ,
- устройство резервного отказа включения,
- МТЗ с независимой выдержкой срабатывания,
- токовая ЗНЗ с независимым временем срабатывания,
- МТЗ с зависимым временем срабатывания,
- токовая ЗНЗ с зависимым временем срабатывания,
- дифференциальная ЗНЗ с зависимым временем срабатывания,
- АПВ,
- программируемые характеристики срабатывания,
- контроль состояния выключателя,
- фиксация срабатывания выходных реле («подхват»),

Необходимо выбрать интеллектуальный блок по наличию необходимых представленных характеристик в таблице 1.3.

Таким образом выбор микропроцессорного блока Micom P14 является оптимальным, так как имеет все необходимые функции для обеспечения достаточной защиты системы.

Таблица 1.3 – Выбор оптимального микропроцессорного блока

Характеристики	МПЗ-100 ИРиС	Micom P14
Контроль минимального тока	+	+
Токовая защита обратной последовательности	+	+
Обнаружение обрыва проводника линии	+	+
Тепловая защита	-	+
Защита при включении на КЗ	+	+
Устройство резервного отказа включения	-	+
МТЗ с независимой выдержкой срабатывания	+	+
Токовая ЗНЗ с независимым временем срабатывания	+	+
МТЗ с зависимым временем срабатывания	+	+
Токовая ЗНЗ с зависимым временем срабатывания	+	+
Дифференциальная ЗНЗ с зависимым временем срабатывания	-	+
АПВ	-	+
Программируемые характеристики срабатывания	+	+

Контроль состояния выключателя	-	+
Фиксация срабатывания выходных реле	+	+

1.8 Выводы по разделу

В разделе рассмотрены: назначение, конструктивные особенностей и составные элементы распределительных и трансформаторных подстанций, а также проведено исследование штатного и современного оборудования защит и коммутации распределительных подстанций

Для замены были выбраны следующие аппараты:

- масляный выключатель,
- релейная защита построенная на реле РТ-40.

Поскольку эти аппараты обладают большим количеством недостатков, описанных выше, было принято решение заменить их на:

- вакуумные выключатели ВВ/TEL
- микропроцессорное реле защит Мисом Р14

Эти аппараты имеют большое количество преимуществ, для повышения качества распределения электроэнергии. В следующем разделе необходимо произвести все необходимые расчеты, для обеспечения максимальной точности в выборе конкретной модели МРЗ.

2 Конструкторско-технологический раздел

2.1 Основные требования к проектированию распределительной подстанции

1) Схема электроснабжения - внешнее электроснабжение проектируемого РП – 6 кВ осуществляется от ГПП-1 отходящих ячеек №22 (1с.ш.) и №2 (2с.ш.) по двум кабельным линиям 6кВ.

2) Главная электрическая схема - РП-6 кВ приняты две секции шин, секционированные высоковольтным вакуумным выключателем с АВР.

РП-6 кВ скомпоновано из 10 шкафов типа КРУ серии 0-12Р1. Шкафы КРУ укомплектованы вакуумными выключателями типа ISM15_Shell_2 с током отключения 25кА, номинальным током 1250А. На каждую секцию шин РУ-6 кВ устанавливается комплект трансформаторов напряжения типа.

3) Основными потребителями РП-6 кВ являются: двух-трансформаторная подстанция ТП-11 мощностью 2х1000кВА, напряжением 6/0,4кВ.

4) Релейная защита и автоматика всех элементов схемы электроснабжения предусматривается в объеме, регламентируемом главой 3 ПУЭ издание 7.

На линиях к ТП -11 мощностью 2х1000кВА:

- токовая отсечка с действием на отключение,
- максимальная токовая защита с независимой от тока выдержкой времени с действием на отключение,
- защита от перегрузки с действием на сигнал,
- защита от замыканий на землю с действием на сигнал.

Схемой электрической принципиальной предусмотрена возможность получения сигнала от теплового датчика, установленного внутри трансформатора.

На ячейках вводов N1,2 6кВ РП-1:

- Двухступенчатая максимальная токовая защита с действием на

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ПФВ-04.170.110.01.ПЗ				

отключение. Первая ступень - токовая отсечка, действует только при коротком замыкании на секциях шин 6 кВ и блокируется ЛЗШ при коротком замыкании на отходящих линиях. Вторая ступень является резервной защитой по отношению к защитах отходящих линий и действует на отключение с выдержкой времени.

На ячейке секционного выключателя 6 кВ:

- Двухступенчатая максимальная токовая защита с действием на отключение;

Все защиты РП-6 кВ реализованы на микропроцессорных устройствах типа МІСОМ.

Все ячейки РП-6 кВ оборудованы дуговой защитой типа "Овод-МД", логической защитой шин "ЛЗШ", устройством резервного отказа выключателей "УРОВ"

Противоаварийная автоматика в ячейках РП-6 кВ серии D-12PL выполнена в следующем объеме:

- автоматическое включение секционного выключателя 6 кВ (АВР) с пуском по напряжению,

- автоматическое включение (АВР) секционного автомата на шинах 380/220В переменного тока в щите собственных нужд ЩСН-0,4кВ.

5) Измерения и учет электроэнергии

Для технического учета электрической энергии в ячейках РУ 6 кВ предусмотрены электронные счетчики типа СЕ 303 S31 напряжением 57,7/100В с классом точности 0,5S/0,5 в щите ЩСН-0,4кВ счетчики активной энергии с классом точности 0,5 S.

Модель счетчиков позволяет реализовать функции:

- измерение активной и реактивной энергии,

- с расширенным набором параметров (Z12),

- оптический порт (J),

- передачу данных по интерфейсу RS-485.

										Лист
										26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ПФВ-04.170.110.01.ПЗ

Измерение тока предусматривается на вводах 6 кВ, секционном выключателе 6 кВ.

Измерение напряжения предусматривается на каждой секции шин 6 кВ. Контроль изоляции предусматривается на каждой секции шин 6 кВ и на шинах оперативного постоянного тока = 220В

6) Собственные нужды, оперативный ток. Для организации и распределения цепей собственных нужд в РП 6 кВ запроектирован щит собственных нужд ЩСН-0,4кВ. Питание нагрузок собственных нужд осуществляется напряжением -380/220В переменного тока. Щит собственных нужд получает питание по двум кабельным линиям от ТП-11 1с.ш. и 2с.ш.

Основными потребителями электроэнергии собственных нужд являются:

- источник постоянного оперативного тока шкаф ШОТ-01,
- ремонтное освещение шкафов РП-6 кВ,
- обогрев релейных шкафов РП-6 кВ.

Для организации цепей постоянного оперативного тока в РП-6 кВ установлен шкаф типа ШОТ-01, с напряжением на выходе =220В.

7) Управление, блокировка, сигнализация. Управление вакуумными выключателями 6 кВ типа ISM15_Shell_2 предусмотрено с фасадов шкафов серии D-12PL ключами управления.

Для исключения ошибочных операций с разъединителями и выкатными элементами ячеек 6 кВ предусмотрена электромагнитная оперативная блокировка. Оперативная блокировка выполняется с помощью электромагнитных блокировочных замков постоянного тока =220В. Питание цепей оперативной блокировки осуществляется от шинок управления шкафов КРУ-6 кВ.

В РП-6 кВ установлена аварийная и предупредительная сигнализация.

Аварийная сигнализация работает без выдержки времени при аварийном отключении любого из выключателей 6 кВ, Предупредительная сигнализация работает с выдержкой времени при перегрузе, обрыве цепей управления.

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ПФВ-04.170.110.01.ПЗ					

Подача звукового сигнала осуществляется ревуном через выходной сигнал центральной сигнализации. Фиксация сигналов производится сигнальными реле и сигнальными лампами. Сигнализация положения выключателей 6 кВ выполняется лампами на фасадах ячеек 6 кВ. Шинки сигнализации получают питание со шкафов ШОТ-01 с напряжением на выходе = 220В.

Устройство центральной сигнализации поставляется комплектно с ячейками 6 кВ типа КРУ серии D-12PL.

2.2 Токи короткого замыкания

Поскольку линии электроснабжения и линии потребителей не изменяются, расчетная схема и схема замещения уже построены. Токи короткого замыкания уже рассчитаны (рисунок 2.1, таблица 2.1).

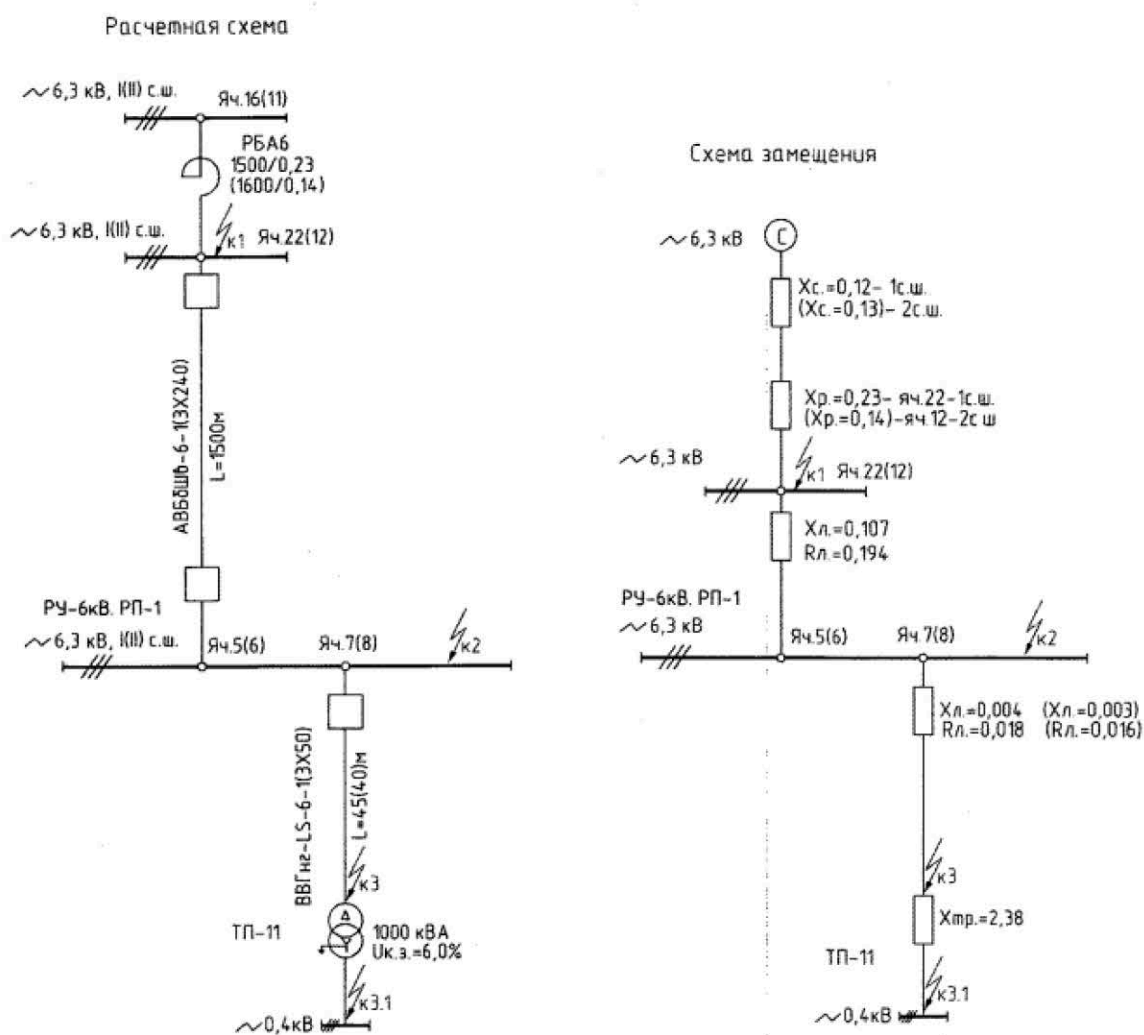


Рисунок 2.1 – Токи короткого замыкания

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФВ-04.170.110.01.ПЗ

Лист

28

Таблица 2.1 – Токи короткого замыкания

Точка к.з.	K1	K2	K3	K3.1
Место к.з.	Шины 6 кВ после реактора	Шины 6 кВ	ТП – 11 Т1(Т2) сторона 6 кВ	ТП – 11 Т1(Т2) сторона 6 кВ
$I(3)_{кз\ max}, кА$	10.4 (13.5)	7.34 (8.6)	7.28 (8.53)	19.89 (20.4)
$I(3)_{кз\ СКВ}, кА$	-	-	-	1.26 (1.3)
$I_{уд}, кА$	26.52 (34.43)	18.72 (21.9)	18.6 (27.71)	50.72 (53.38)

2.3 Расчет токовых защит

Для расчета токовых защит принимаем следующие исходные данные представленные в таблице 2.2.

Таблица – 2.2 Исходные данные для расчета защит отходящих линий

Наименование		Обозначение	Отходящая линия к КТП -2х 1000кВА ТП-11 Т1	Отходящая линия к КТП -2х 1000кВА ТП-11 Т2	
			Шкаф № 7	Шкаф №8	
Исходные данные	Минимальный рабочий ток (А)	$I_{ном}$	96.3	96.3	
	Максимальный рабочий ток (А)	$I_{раб\ max}$	115.5	115,5	
	Максимальное значение 3-х фазного тока короткого замыкания	На шинах 6кВ (А)	к.з(3) 6кВ max	7340	8600
		За трансформатором (А)	к.з(3) Z_n max	1260	1300
	Минимальное значение 3-х фазного тока короткого замыкания	На шинах 6кВ (А)	к.з(3) 6кВ min	-	-
		Трансформаторная сторона 6кВ (А)	к.з(3) Z_n min	7280	8530
	Технологические данные трансформаторов тока	Тип		ТЛО-10	ТЛО-10
		Первичный ток		200	200
Коэффициент трансформации		$n_{тр}=1/5$	200/5=40	200/5=40	

1) Максимальная токовая защита

Вид релейной защиты, действие которой связано с увеличением силы тока в защищаемой цепи при возникновении короткого замыкания на участке данной цепи. Данный вид защиты применяется практически повсеместно и является наиболее распространённым в электрических сетях. Для расчета максимальной токовой защиты требуются следующие данные [6]:

- Коэффициент самозапуска. Коэффициент, учитывающий пусковой бросок тока двигателей, оставленных в режиме самозапуска, принимается в диапазоне 1.1-1.3.

$$K_{сэп} = 1.3 \quad (2.1)$$

- Коэффициент надежности реле. Коэффициент, позволяющий наглядно определить множитель, учитывающий погрешность реле защит, для микропроцессорных реле устанавливается в диапазоне 1.1-1.2.

$$K_n = 1.1 \quad (2.2)$$

- Коэффициент схемы включения реле. Данный коэффициент показывает во сколько раз ток в реле больше, чем ток I_2 трансформатора тока при симметричном нормальном режиме работы; при включении на фазные токи (звезда или разомкнутая звезда) равен 1, при включении на разность фазных токов (треугольник) равен 1,73.

$$K_{сх} = 1 \quad (2.3)$$

- Коэффициент возврата реле. Отношение тока возврата к току срабатывания, берется равным 0,96 – 0,98

$$K_B = 0,96 \quad (2.4)$$

- Расчетный ток срабатывания защит. Ток, на который должна реагировать защита

$$I_{ср} = \frac{K_n \cdot K_{сх} \cdot K_{сэп} \cdot I_{рабmax}}{K_B \cdot n_{тр}} \quad (2.5)$$

- Принятый ток срабатывания реле. Среднее допустимое значение тока при срабатывании реле, берется равным 4,5

$$I_{пср} = 4,5 \quad (2.6)$$

- Первичный ток срабатывания защит. Минимальный первичный ток, на который должна реагировать защита.

$$I_{сз} = \frac{I_{пср} \cdot n_{тр}}{K_{сх}} \quad (2.7)$$

- Чувствительность защиты. Это свойство, характеризующее способность релейной защиты выявлять повреждения в конце установленной для нее зоны действия в минимальном режиме работы энергосистемы.

$$K_{\text{ч}} = \frac{0.87 \cdot k_{\text{з}}(3) \cdot 3n \cdot \min}{I_{\text{сз}}} \geq 1.5 \quad (2.8)$$

- Выдержка времени защиты. Период времени необходимый для выведения из цепи поврежденного участка схемы, это время может быть от 0.4 с - 0.5 с для защит с независимой выдержкой и 0.6 с - 1 с зависимой.

$$t_{\text{вз}} = 0,5 \quad (2.9)$$

Полученные расчеты сведем в таблицу 2.3

Таблица 2.3 - Максимальная токовая защита

Наименование	Обозначение	Отходящая линия к КТП -2х 1000кВА ТП-11 Т1	Отходящая линия к КТП -2х 1000кВА ТП-11 Т2	
		Шкаф № 7	Шкаф №8	
МТЗ	Коэффициент самозапуска	$K_{\text{сзп}}$	1.3	1.3
	Коэффициент надежности реле	$K_{\text{н}}$	1.1	1.1
	Коэффициент схемы включения реле	$K_{\text{сх}}$	1	1
	Коэффициент возврата реле	$K_{\text{в}}$	0.96	0.96
	Расчетный ток срабатывания реле (А)	$I_{\text{ср}}$	4.3	4.3
	Принятый ток срабатывания защит (А)	$I_{\text{пср}}$	4.5	4.5
	Первичный ток срабатывания защит (А)	$I_{\text{сз}}$	180	180
	Чувствительность защиты	$K_{\text{ч}}$	35.18	41,2
	Выдержка времени защиты (сек)	$t_{\text{вз}}$	0.5	0.5

2) Отсечка

Из всех видов защиты по надёжности лидирует токовая отсечка. Метод токовых отсечек гарантирует обесточивания защищаемой цепи в аварийных ситуациях. Но для возобновления подачи электроэнергии необходимо устранить причину отсечения и заменить предохранитель, либо включить автомат. Для расчета токовой отсечки требуются следующие данные [6].

- Коэффициент надежности реле. Коэффициент, позволяющий наглядно определить множитель, учитывающий погрешность реле защит, для микропроцессорных реле устанавливается в диапазоне 1.1-1.2.

$$K_H = 1.1 \quad (2.10)$$

- Коэффициент схемы включения реле. Данный коэффициент показывает во сколько раз ток в реле больше, чем ток I_2 трансформатора тока при симметричном нормальном режиме работы; при включении на фазные токи (звезда или разомкнутая звезда) равен 1, при включении на разность фазных токов (треугольник) равен 1,73.

$$K_{CX} = 1 \quad (2.11)$$

- Расчет тока срабатывания реле. Минимальное значение протекающего через обмотку тока, при котором происходит срабатывание реле

$$I_{Cp} = \frac{K_H \cdot K_{CX} \cdot k_{з(3)} Z_H \max}{n_{TP}} \quad (2.12)$$

- Принятый ток срабатывания реле. Среднее значение тока срабатывания реле отсечки берется равным 35 и 36 для 6 и 7 шкафов соответственно.

$$I_{пср} = 35 \quad (2.13)$$

$$I_{пср} = 36 \quad (2.14)$$

- Первичный ток срабатывания защиты. Минимальный первичный ток, на который должна реагировать защита.

$$I_{сз} = \frac{I_{пср} \cdot n_{TP}}{K_{CX}} \quad (2.15)$$

- Чувствительность защиты. Это свойство, характеризующее способность релейной защиты выявлять повреждения в конце установленной для нее зоны действия в минимальном режиме работы энергосистемы.

$$K_{\eta} = \frac{0.87 \cdot k_{з(3)} Z_H \max}{I_{сз}} \geq 1.2 \quad (2.16)$$

- Выдержка времени защиты. Период времени необходимый для выведения из цепи поврежденного участка схемы, для отсечки это должно происходить моментально.

$$t_{B3} = 0 \quad (2.17)$$

Полученные расчеты сведем в таблицу 2.4

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2.4 - Отсечка

Наименование		Обозначение	Отходящая линия к КТП -2х 1000кВА ТП-11 Т1	Отходящая линия к КТП -2х 1000кВА ТП-11 Т2
			Шкаф № 7	Шкаф №8
Отсечка	Коэффициент надежности реле	K_H	1.1	1.1
	Коэффициент схемы включения реле	$K_{сх}$	1	1
	Расчетный ток срабатывания реле (А)	$I_{ср}$	34,65	35,75
	Принятый ток срабатывания защит (А)	$I_{пср}$	35	36
	Первичный ток срабатывания защиты (А)	$I_{сз}$	1400	1440
	Чувствительность защиты	$K_{ч}$	4.5	5.2
	Выдержка времени защиты	$t_{вз}$	0	0

3) Защита от перегрузки

Защита, отключающая электрическую цепь при возникновении в ней перегрузки, защита выбирается из условий возврата защиты при номинальном токе трансформатора. Для расчета защит от перегруза требуются следующие данные [6]:

- Коэффициент надежности реле. Коэффициент, позволяющий наглядно определить множитель, учитывающий погрешность реле защит, для защиты от перегрузок коэффициент надежности приравнивается к коэффициенту отстройки, учитывающий необходимый запас и равняется 1,05

$$K_H = 1.05 \quad (2.18)$$

- Коэффициент схемы включения реле. Данный коэффициент показывает во сколько раз ток в реле больше, чем ток I_2 трансформатора тока при симметричном нормальном режиме работы; при включении на фазные токи (звезда или разомкнутая звезда) равен 1, при включении на разность фазных токов (треугольник) равен 1,73.

$$K_{сх} = 1 \quad (2.19)$$

- Коэффициент возврата реле. Отношение тока возврата к току срабатывания, берется равным 0,96 – 0,98

$$K_B = 0,96 \quad (2.20)$$

- Расчет тока срабатывания реле. Минимальное значение протекающего через обмотку тока, при котором происходит срабатывание реле

$$I_{\text{ср}} = \frac{K_{\text{н}} \cdot K_{\text{сх}} \cdot I_{\text{ном}}}{K_{\text{в}} \cdot n_{\text{тр}}} \quad (2.21)$$

- Принятый ток срабатывания реле. Среднее значение тока срабатывания реле принимается равным 27

$$I_{\text{пср}} = 27 \quad (2.22)$$

- Первичный ток срабатывания защиты. Минимальный первичный ток, на который должна реагировать защита.

$$I_{\text{сз}} = \frac{I_{\text{пср}} \cdot n_{\text{тр}}}{K_{\text{сх}}} \quad (2.23)$$

- Принятая уставка времени защиты. Установленный период времени необходимый для выведения из цепи поврежденного участка схемы

$$t_{\text{вз}} = 9 \quad (2.24)$$

Полученные расчеты сведем в таблицу 2.5

Таблица 2.5 - Защита от перегрузки

Наименование		Обозначение	Отходящая линия к КТП -2х 1000кВА ТП-11 Т1	Отходящая линия к КТП -2х 1000кВА ТП-11 Т2
			Шкаф № 7	Шкаф №8
ЗоП	Коэффициент надежности реле	$K_{\text{н}}$	1.05	1.05
	Коэффициент схемы включения реле	$K_{\text{сх}}$	1	1
	Коэффициент возврата реле	$K_{\text{в}}$	0.96	0.96
	Расчетный ток срабатывания реле (А)	$I_{\text{ср}}$	2,63	2,63
	Принятый ток срабатывания защит (А)	$I_{\text{пср}}$	2.7	2.7
	Первичный ток срабатывания защиты (А)	$I_{\text{сз}}$	108	108
	Принятая уставка времени защиты, с	$t_{\text{вз}}$	9	9

4) Защита от замыкания на землю

Защита, обеспечивающая отключения участка сети при повреждении, приводящем к образованию непосредственной электрической связи между одной фазой установки и землей. Для расчета защит от замыкания на землю необходимы следующие данные [6]

- Коэффициент надежности. Коэффициент, позволяющий наглядно определить множитель, учитывающий погрешность реле защит, принимается равным 1.2

$$K_H = 1.2 \quad (2.25)$$

- Коэффициент отстройки от броска собственного тока. Коэффициент учитывающий бросок емкостного тока в момент возникновения ОЗЗ, для цифровых реле принимается 1.0 – 1.5

$$K_6 = 1.5 \quad (2.26)$$

- Первичный ток срабатывания защит

$$I_{сз} = K_H \cdot K_6 \cdot I_{с \text{ фид макс}} \quad (2.27)$$

- Суммарный емкостный ток. Явление, возникающее при повреждении фазы, в результате чего образуется заземляющая дуга

$$I_{с\sum} = I_{с\sum \text{линий}} + I_{с\sum \text{двиг}} \quad (2.28)$$

- Коэффициент чувствительности. Коэффициент, позволяющий наглядно показать способность защиты распознать повреждения, т.е определять повреждения и отличать их от ненормальных режимов.

$$K_{ч} = \frac{I_{с\sum} - I_{с \text{ фид макс}}}{I_{сз}} \quad (2.29)$$

Полученные расчеты сведем в таблицу 2.6

Таблица 2.6 - Защита от замыкания на землю

	Наименование	Обозначение	Отходящая линия к КТП -2х 1000кВА ТП-11 Т1	Отходящая линия к КТП -2х 1000кВА ТП-11 Т2
			Шкаф № 7	Шкаф №8
3033	Коэффициент надежности	K_H	1.2	1.2
	Коэффициент отстройки и отброса собственного тока	K_6	1.5	1.5
	Первичный ток срабатывания защиты (А)	$I_{сз}$	0.055	0.049
	Суммарный емкостной ток сети	$I_{с\sum}$	2.21-1с.ш	2.2-2с.ш
	Коэффициент чувствительности	$K_{ч}$	39-1с.ш	44-2с.ш

Для расчета защит вводного и секционного выключателей принимаем следующие исходные данные представленные в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Исходные данные для расчета защит вводного и секционного выключателей

Наименование		Обозначение	Вводный выключатель №1	Вводный выключатель №2	Секционный выключатель	
			Шкаф № 5	Шкаф №6	Шкаф №1	
Исходные данные	Максимальный рабочий ток (А)		$I_{\text{раб.мах}}$	115.5	115.5	96.3
	Максимальный рабочий ток с учетом самозапуска (А)		$I_{\text{мах}}$	288.75	288.75	240.75
	Максимальное значение 3-х фазного тока короткого замыкания	На шинах 6кВ (А)	к.з(3) 6кВ max	7340	8600	8600
		За трансформатором (А)	к.з(3) $I_{\text{н}}$ max	-	-	-
	Минимальное значение 3-х фазного тока короткого замыкания	На шинах 6кВ (А)	к.з(3) 6кВ min	-	-	-
		Трансформаторная сторона 6кВ (А)	к.з(3) $I_{\text{н}}$ min	-	-	-
	Технологические данные трансформаторов тока	Тип		ТЛО-10	ТЛО-10	ТЛО-10
		Первичный ток		200	200	200
Коэффициент трансформации		$n_{\text{тр}}=1/5$	$1000/5=200$	$1000/5=200$	$1000/5=200$	

Максимальный рабочий ток:

Для вводных выключателей

$$I_{\text{раб.мах}} = I_{1\text{с.ш}} \text{ max} + I_{2\text{с.ш}} \text{ max} \quad (2.30)$$

Для секционных выключателей:

$$I_{\text{раб.мах}} = I_{\text{с.ш}} \text{ max} \quad (2.31)$$

Максимальный рабочий ток с учетом самозапуска:

Для вводных выключателей

$$I_{\text{мах}} = K_{\text{сэпс.сш.мах}} I_{2\text{с.ш}} \text{ max} \quad (2.32)$$

Для секционных выключателей

$$I_{\text{мах}} = K_{\text{сэп}} \cdot I_{\text{с.ш}} \text{ max} \quad (2.33)$$

Первая ступень защиты (токовая отсечка) (Таблица 2.8)

- Коэффициент надежности. Коэффициент, позволяющий наглядно определить множитель, учитывающий погрешность реле защит, для

электромеханических реле устанавливается в диапазоне 1.1-1.4, для токовой отсечки.

$$K_H = 1.2 \quad (2.34)$$

- Коэффициент самозапуска. Коэффициент, учитывающий пусковой бросок тока двигателей, оставленных в режиме самозапуска, принимается в диапазоне 1.1-1.3.

$$K_{\text{сам}} = 1.3 \quad (2.35)$$

- Ток срабатывания первой степени защиты. Минимальный допустимый ток необходимый для перехода на первую ступень защиты

$$I_{\text{ср1}} = K_H \cdot (I_{\text{хэтахатх}} + K_{\text{сэп}} \cdot I_{\text{рабmax}}) \quad (2.36)$$

- Ток срабатывания реле защиты. Расчетное значение тока необходимое для срабатывания реле защиты

$$I_{\text{ср}} = \frac{(I_{\text{ср1}} \cdot K_{\text{сх}})}{n_{\text{тр}}} \quad (2.37)$$

- Принятый ток срабатывания реле. Среднее значение тока срабатывания реле принимается равным 10 (для вводных выключателей) и 9.5 (для секционных выключателей)

$$I_{\text{пср}} = 10 \quad (2.38)$$

$$I_{\text{пср}} = 9.5 \quad (2.39)$$

- Чувствительность защиты. Это свойство, характеризующее способность релейной защиты выявлять повреждения в конце установленной для нее зоны действия в минимальном режиме работы энергосистемы.

$$K_{\text{ч}} = \frac{0.87 \cdot \text{к.з}(3) \text{ 6кВ min}}{I_{\text{пср}} \cdot n_{\text{тр}}} \geq 1.5 \quad (2.40)$$

- Время срабатывания первой степени. Максимально допустимое количество времени для срабатывания первой степени защиты, для микропроцессорных блоков берется в диапазоне 0.4 - 0.9.

$$t_{\text{ус1}} = 0.4 \quad (2.41)$$

Таблица 2.8 - Первая ступень защиты

Наименование	Обозначение	Вводный выключатель № 1	Вводный выключатель № 2	Секционный выключатель	
		Шкаф № 5	Шкаф № 6	Шкаф № 1	
Первая ступень защиты	Коэффициент надежности	K_H	1.2	1.2	1.2
	Коэффициент самозапуска	$K_{сам}$	1.3	1.3	1.3
	$I_{сз}$ линии не включенной в схему защиты (А)	-	-	-	-
	Ток срабатывания первой ступени защиты (А)	$I_{ср1}$	1860.18	1908.18	1878.23
	Ток срабатывания реле защиты (А)	$I_{ср}$	9.3	9.54	9.39
	Принятый ток срабатывания реле (А)	$I_{пср}$	10	10	9.5
	Чувствительность защиты	$K_ч$	3.2	3.7	3.9
	Время срабатывания первой ступени (сек)	$t_{ус1}$	0.4	0.4	0.2

Вторая ступень защиты (МТЗ)

- Коэффициент надежности. Коэффициент, позволяющий наглядно определить множитель, учитывающий погрешность реле защит, для электромеханических реле устанавливается в диапазоне 1.1-1.2, для максимальной токовой защиты.

$$K_H = 1.1 \quad (2.42)$$

- Коэффициент схемы включения реле. Данный коэффициент показывает во сколько раз ток в реле больше, чем ток I_2 трансформатора тока при симметричном нормальном режиме работы; при включении на фазные токи (звезда или разомкнутая звезда) равен 1, при включении на разность фазных токов (треугольник) равен 1,73

$$K_{сх} = 1 \quad (2.43)$$

- Коэффициент возврата реле. Отношение тока возврата к току срабатывания, берется равным 0,96 – 0,98

$$K_B = 0,96 \quad (2.44)$$

- Ток срабатывания второй ступени защиты. Минимальный допустимый ток необходимый для перехода с первой ступени защиты на вторую

$$I_{\text{ср}} = \frac{K_{\text{н}} \cdot K_{\text{сх}} \cdot I_{\text{max}}}{K_{\text{в}} \cdot n_{\text{тр}}} \quad (2.45)$$

- Принятый ток срабатывания реле. Среднее значение тока срабатывания реле принимается равным 2 (для вводных выключателей) и 1.5 (для секционных выключателей)

$$I_{\text{пср}} = 2 \quad (2.46)$$

$$I_{\text{пср}} = 1.5 \quad (2.47)$$

- Первичный ток срабатывания защиты. Минимальный первичный ток, на который должна реагировать защита.

$$I_{\text{сз}} = \frac{I_{\text{пср}} \cdot n_{\text{тр}}}{K_{\text{сх}}} \quad (2.48)$$

- Чувствительность защиты. Это свойство, характеризующее способность релейной защиты выявлять повреждения в конце установленной для нее зоны действия в минимальном режиме работы энергосистемы.

$$K_{\text{ч}} = \frac{0.87 \cdot \text{к.з}(3) \text{ 6кВ max}}{I_{\text{сз}}} \geq 1.2 \quad (2.49)$$

- Выдержка времени второй ступени защиты. Период времени необходимый для выведения из цепи поврежденного участка схемы, расположенного перед второй ступенью защиты. Для микропроцессорных блоков берется в диапазоне 1.2 - 1.5 (для вводных выключателей), 0.9 – 1.1 (для секционных выключателей)

$$t_{\text{ус2}} = 1.2 \quad (2.50)$$

$$t_{\text{ус2}} = 0.9 \quad (2.51)$$

Таблица 2.9 - Вторая ступень защиты

	Наименование	Обозначение	Вводный выключатель № 1	Вводный выключатель № 2	Секционный выключатель
			Шкаф № 5	Шкаф № 6	Шкаф № 1
Вторая	Коэффициент надежности	$K_{\text{н}}$	1.1	1.1	1.1
	Коэффициент схемы включения	$K_{\text{сх}}$	1	1	1
	Коэффициент возврата реле	$K_{\text{в}}$	0.96	0.96	0.96
	Ток срабатывания второй ступени защиты (А)	$I_{\text{ср2}}$	1.654	1.654	1.38

Принятый ток срабатывания реле (А)	$I_{пср}$	2	2	1.5
Первичный ток срабатывания защиты (А)	$I_{сз}$	400	400	300
Чувствительность защиты	$K_{ч}$	15.9	18.7	24.9
Выдержка второй ступени защиты (сек)	$t_{ус2}$	1.2	1.2	0.9

2.4 Расчет уставок защит

Расчетные уставки защит по току и времени (таблицы 2.10 – 2.12) уточняются при наладке и выставляются, согласно нормативного шага уставок МСОМ с округлением до ближайшего значения [8].

Таблица 2.10 - Рассчитанные уставки МСОМ

Наименование защищаемого оборудования				
Линия к ТП № 11 КТП -2х1000кВА ТП-11 (Т1) Т2 МСОМ Р14NB				
Тип и место установки защиты				
Токовая отсечка Шкаф КРУ №7 (8) – 1 с.ш (2 с.ш)	МТЗ Шкаф КРУ №7 (8) – 1 с.ш (2 с.ш)	Защита от перегрузки Шкаф КРУ №7 (8) – 1 с.ш (2 с.ш)	Защита от замыкания на землю Шкаф КРУ №7 (8) – 1 с.ш (2 с.ш)	УРОВ Шкаф КРУ №7 (8) – 1 с.ш (2 с.ш)
Коэффициент трансформаторов тока				
200/5		-	-	-
Условия выбора тока срабатывания (отстройка от)				
3-х фазного к.з на стороне 0,4 кВ тр-ра в шах	от максимального рабочего тока	от номинального тока трансформатора	от броска собственного емкостного тока	Номинальное значение уставок из всех токовых защит
Расчетное значение тока отстройки $I_{расч}, А$				
1260 (1300)	115,5	96,3	0,0306	180
Расчетный ток срабатывания (первичный)				
1386 (1430)	172	105,3	0,055	144
$K_{отс} = 1.1$	$K_n = 1.1$	$K_n = 1.05$	$K_{отс} = 1,2$	-
-	$K_v = 0.96$	$K_v = 0.96$	$K_g = 1,5$	-
-	$K_{сш} = 1,3$	-	-	-
Принятый ток срабатывания (первичный) $I_{сз}, А$				
1400 (1440)	180	108	0,055	144
Принятый ток срабатывания (вторичный) $I_{сз}, А$				
35 (36)	4,5	2,7	0,028	
Время срабатывания защиты, с				
0	0.5	$t = 9$	$t = 2,00$ уточняется при наладке	$t = 0,3$ уточняется при наладке
Расчетные значения токов к.з				
6385,8 (7482)	6333,6 (7421)	-	-	-
Коэффициент чувствительности				
4,5 (5,2)	35,18 (41,2)	t – уточняется при наладке на сигнал	На сигнал	144>108

Таблица 2.11 - Рассчитанные уставки МІСОМ

Наименование защищаемого оборудования		
Распределительная сеть 6 кВ	АВР 1-2 секции шин 6 кВ	
Тип и место установки защиты		
Защита максимального напряжения нулевой последовательности (контроль изоляции) Шкаф КРУ №3 (4)	АВР пуск по напряжению (снижение напряжения на потерявшей питание секции) Шкаф КРУ №5 (6)	АВР пуск по напряжению (нормальное напряжение на здоровой секции) Шкаф КРУ №6 (5)
Коэффициент трансформаторов тока		
-	-	-
Условия выбора тока срабатывания		
-	-	-
Расчетное значение тока отстройки $I_{расч}, А$		
-	-	-
Расчетный ток срабатывания (первичный)		
Принятый ток срабатывания (первичный) $I_{с.э}, А$		
Напряжение $0,15 U_n$	Напряжение $0,25 U_n$	Напряжение $0,8 U_n$
Принятый ток срабатывания (вторичный) $I_{с.э}, А$		
15 В Функция $U \gg$	25 В Функция $U \ll$	80 В Функция $U \gg$
Время срабатывания защиты, с		
$t = 0,3$ с уточняется при наладке	$t = 1,5$ с уточняется при наладке	$t = 1,5$ с уточняется при наладке
Расчетные значения токов к.з		
-	-	-
Коэффициент чувствительности		
-	-	На сигнал

Таблица 2.12 – Расчёт уставок МІСОМ

Наименование защищаемого оборудования							
1 (2) секции шин 6 кВ МІСОМ							
Тип и место установки защиты							
Шкаф КРУ №5 (6),	МТЗ – 1 ступень (отсечка)	МТЗ – 2 ступень	УРОВ	Шкаф КРУ №1 СВ	МТЗ – 1 ступень (отсечка)	МТЗ – 2 ступень	УРОВ
Коэффициент трансформаторов тока							
1000/5				1000/5			
Условия выбора тока срабатывания (отстройка от)							
	Согласованное с основной защитой отходящей линии	Отстройка от суммарного тока нагрузки всех присоединений	Отстройка от наименьшего значения уставки из всех токовых защит		Согласованное с основной защитой отходящей линии	Отстройка от суммарного тока нагрузки всех присоединений	Отстройка от наименьшего значения уставки из всех токовых защит
Расчетное значение тока отстройки $I_{расч}, А$							
	1400 (1440)	288,75	400		1440	240,75	300
Расчетный ток срабатывания (первичный)							
	1860,18 (1908,18) $K_n = 1,2$ $K_{сэл} = 1,3$	330,86 $K_n = 1,1$ $K_b = 1,3$	320		1878,23 $K_n = 1,3$ $K_n = 1,2$	275,86 $K_n = 1,1$ $K_b = 0,96$	240

Принятый ток срабатывания (первичный) $I_{c.э}, A$							
	2000	400	320		1900	300	240
Принятый ток срабатывания (вторичный) $I_{c.э}, A$							
	10 функция >>>	2 функция >>			9,5 функция >>>	1,5 функция >>	
Время срабатывания защиты, с							
	0,4	1,2	t = 0,3 уточняется при наладке		0,2	0,9	t = 0,3
Расчетные значения токов к.з							
	6385,8 (7482)	6385,8 (7482)			7482	7482	
Коэффициент чувствительности							
	3,2 3,7	15,9 18,7			3,9	24,9	t – уточняется при наладке

2.5 Выбор оборудования

В результате расчетов, сведем все выходные данные. Таким образом предлагается следующий перечень оборудования, представленного в таблицах 2.13, 2.14.

Таблица 2.13 – Выбор оборудования

Определяемый показатель	Ед. измерения	Значение
Вакуумный выключатель		
Марка	-	ВВ/TEL-10-31.5/1600-У2-48
Количество	шт	1
Марка	-	ВВ/TEL-10-31.5/1000-У2-48
Количество	шт	2
Марка	-	ВВ/TEL-10-20/1000-У2-48
Количество	шт	4
Автоматический выключатель		
Марка	-	ETIMAT 6 1p+N C4
Количество	шт	18
Марка	-	ComPact NSX100F
Количество	шт	3
Марка	-	1p 10a
Количество	шт	6
Марка	-	1p 16a
Количество	шт	2
Марка	-	1p 25a
Количество	шт	2
Указатель положения		
Марка	-	Nef 30-wpez 220v ac/dc
Количество	шт	6
Марка	-	Nef 30-wpgz 220v ac/dc
Количество	шт	6
Марка	-	Nef 30-wpw 220v ac/dc

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ПФВ-04.170.110.01.ПЗ

Лист

42

Количество	шт	6
Переключатели кулачные		
Марка	-	S10JD
Количество	шт	14
Марка	-	S100JD1103A6
Количество	шт	7
Программируемое реле		
Марка	-	SR3B261FU Zelio Logic 16BX/10BXX
Количество	шт	1
Реле защиты		
Марка	-	Micom P14
Количество	шт	7
Устройства защиты		
Марка	-	БМЦС-10
Количество	шт	1
Модуль управления		
Марка	-	TER-СМ-16-1(220-2)
Количество	шт	7
Резисторы		
Марка	-	c5-35в-60 3900 ом
Количество	шт	24
Марка	-	c5-35в-16 4300 ом
Количество	шт	6
Электромагнит		
Марка	-	K28, 7 Вт, U=220VDC FANINA
Количество	шт	7
Трансформаторы тока		
Марка	-	ТТН 30Т/100/5-5va/0.5
Количество	шт	12
Марка	-	ТТН 30Т/100/5-5VA/0,5-Р комплект
Количество	шт	2
Марка	-	ТЗРЛ-125
Количество	шт	12
Марка	-	ТЛО-10-М1ВС-0.5/10Р-10/15- 100/5-У2-6-10кА КЭАЗ
Количество	шт	18
Счетчик электроэнергии		
Марка	-	СЕ303-S31
Количество	шт	7
Ограничитель перенапряжения		
Марка	-	ОПНп-6/550/7,2 С УХЛ1
Количество	шт	27
Волоконно-оптический датчик		
Марка	-	ВОД-Р для ДУГА-О2-10
Количество	шт	27
Полупроводниковый нагреватель		

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ПФВ-04.170.110.01.ПЗ

Лист

43

Марка	-	100Вт; IP20; DIN EN50022 35мм, ALFA ELECTRIC
Количество	шт	7
Светильники		
Марка	-	100Вт; IP20; DIN EN50022 35мм, ALFA ELECTRIC
Количество	шт	7
Панели для установки оборудования		
Марка	-	Задняя панель SF 2000x600
Количество	шт	27
Марка	-	Передние и задние панели цоколя 600x100
Количество	шт	27
Марка	-	стандартные боковые панели 2000x600
Количество	шт	2
Вертикальные стойки		
Марка	-	4 вертикальные стойки SF 2000
Количество	шт	27
Нижняя и верхняя рамы		
Марка	-	sf 600x600
Количество	шт	27
Монтажная плата		
Марка	-	Стандартная монтажная плата 2000x600
Количество	шт	27
Сплошная дверь		
Марка	-	SF/SM 2000x600
Количество	шт	27
Соединительный комплект для шкафов		
Марка	-	стандартный СК для шкафов SF
Количество	шт	14
Шина медная		
Марка	-	шмт 20x5
Количество	шт	10
Клемма винтовая		
Марка	-	Phoenix Contact 0,5-10 мм ² , серая, UT 10
Количество	шт	2000
Изоляторы		
Марка	-	ЗП для шин 5x12...10x30 TDM
Количество	шт	63
Марка	-	m30 силовой n30xd27xm6мм tdm
Количество	шт	63
Мотор-редуктор		
Марка	-	MT100/160, ComPact

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ПФВ-04.170.110.01.ПЗ

Лист

44

		NSX100/160, 220/240В
Количество	шт	3

Таблица 2.14 - Спецификация аварийных ламп индикации MICOM

Назначение дискретных входов	Назначение выходных реле
L1 – команда включить	RL1 – УРОВ
L2 – команда отключить	RL2 – резерв
L3 – блокировка ДУ	RL3 – подтверждение от МТЗ
L4 – пуск АВР	RL4 – Включение выключателя
L5 – ЛЗШ	RL5 – Отключение выключателя
L6 – УРОВ	RL6 – ЛЗШ
L7 – работа ЗДЗ (с контролем по току)	RL7 – аварийное отключение
L8 – работа ЗДЗ (с контролем по току)	RL8 – предупредительная сигнализация
L9 – однократность АВР	RL9 – резерв
L10 – выключатель отключен	RL10 – резерв
L11 – выключатель включен	RL11 – резерв
	RL12 – резерв
	WD – неисправность
	WD – резерв

2.6 Разработка схем управления

2.6.1 Принципиальные схемы управления трансформатором до модернизации

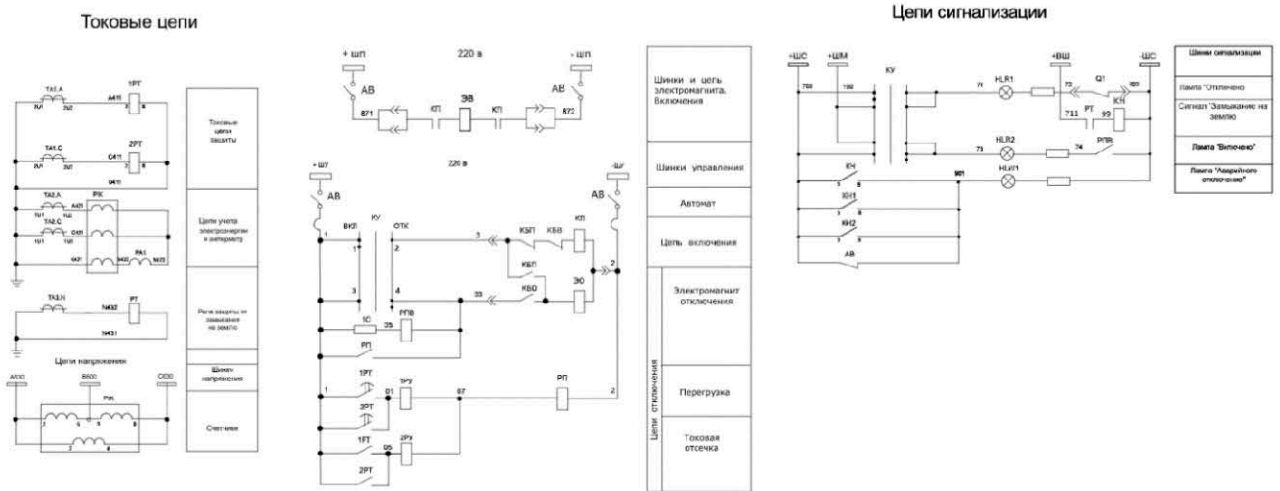


Рисунок 2.1 - Принципиальные схемы управления трансформатором до модернизации

2.6.2 Принципиальные схемы управления трансформатором после модернизации

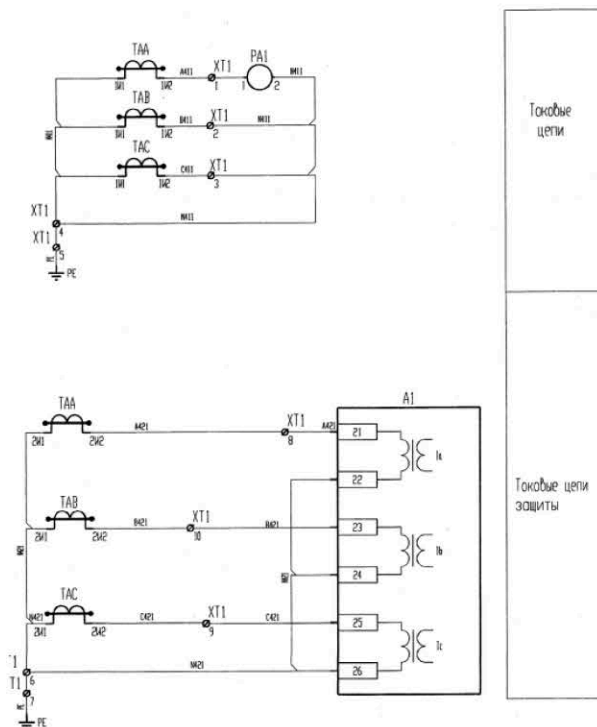


Рисунок 2.2 - Принципиальные электрическая схема цепей токов и напряжения

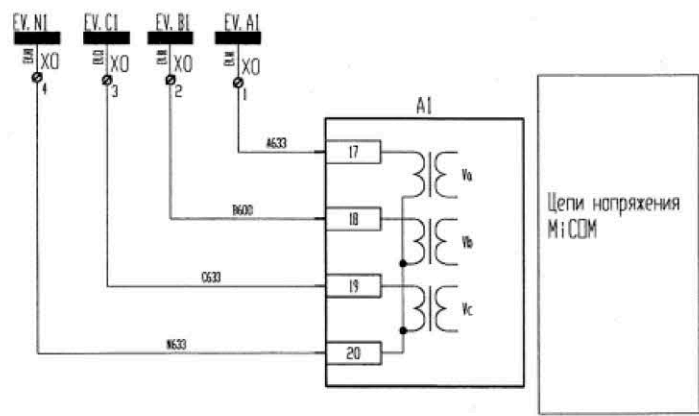
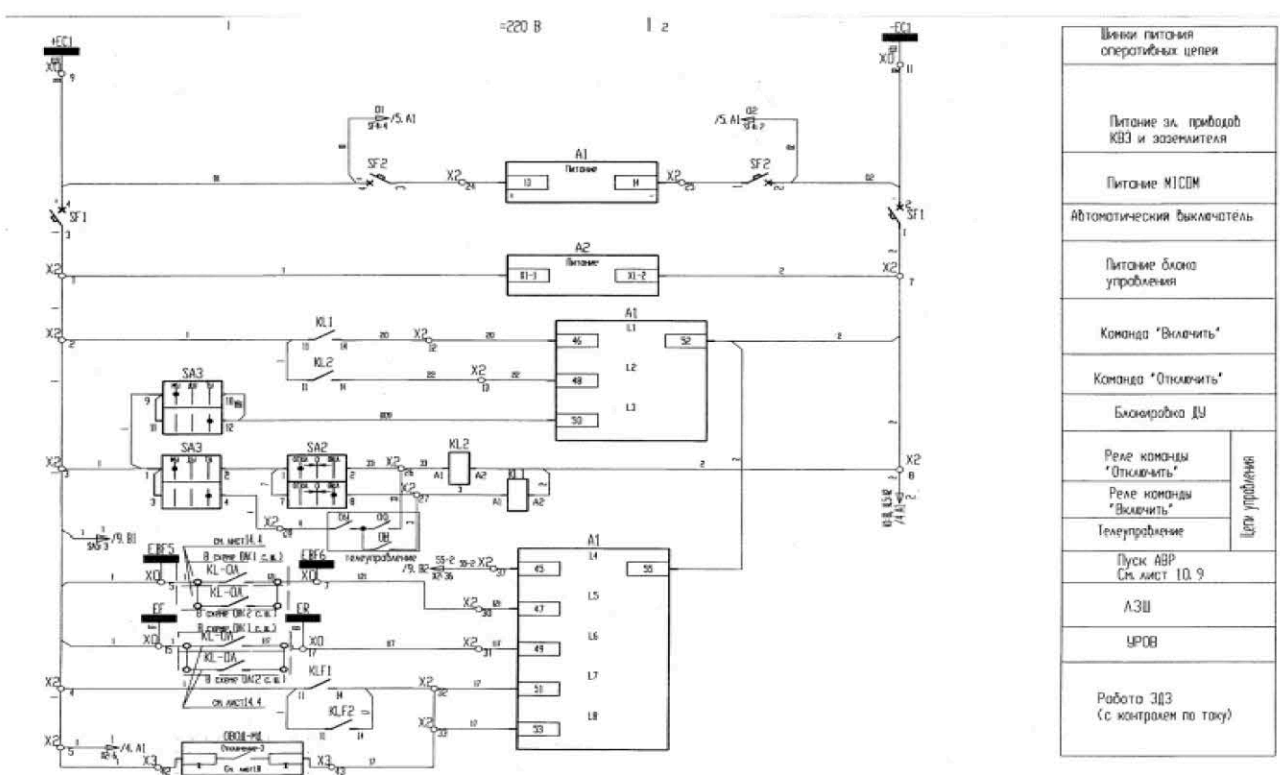
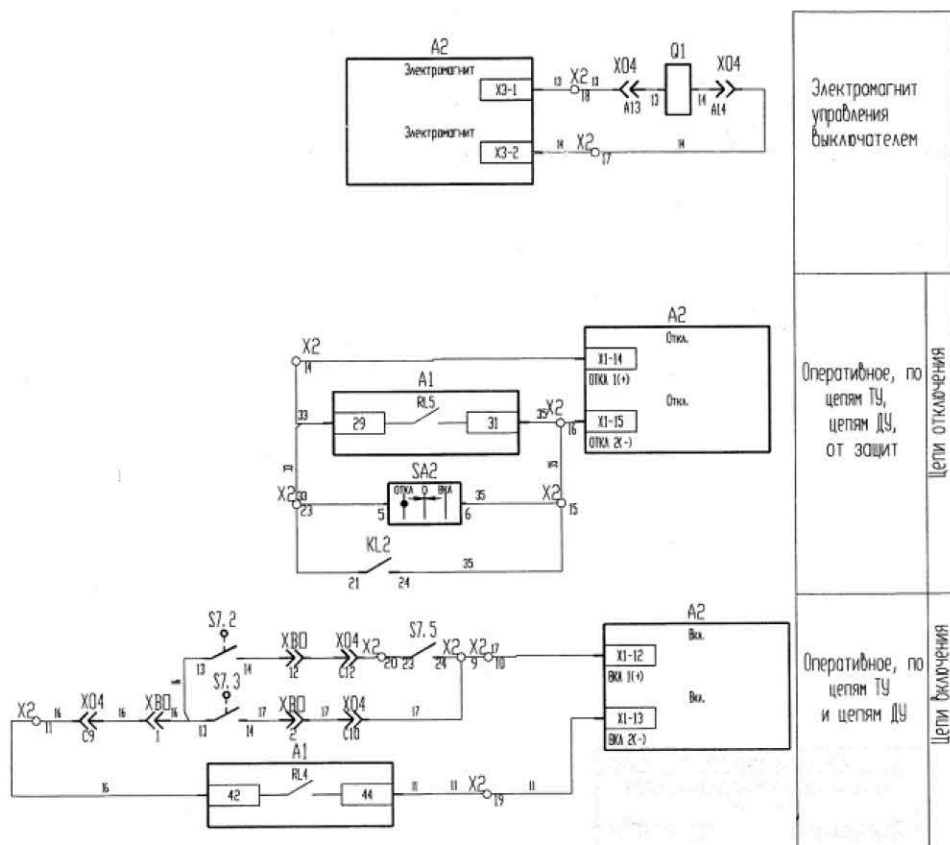


Рисунок 2.2 Принципиальная электрическая схема цепей токов и напряжения



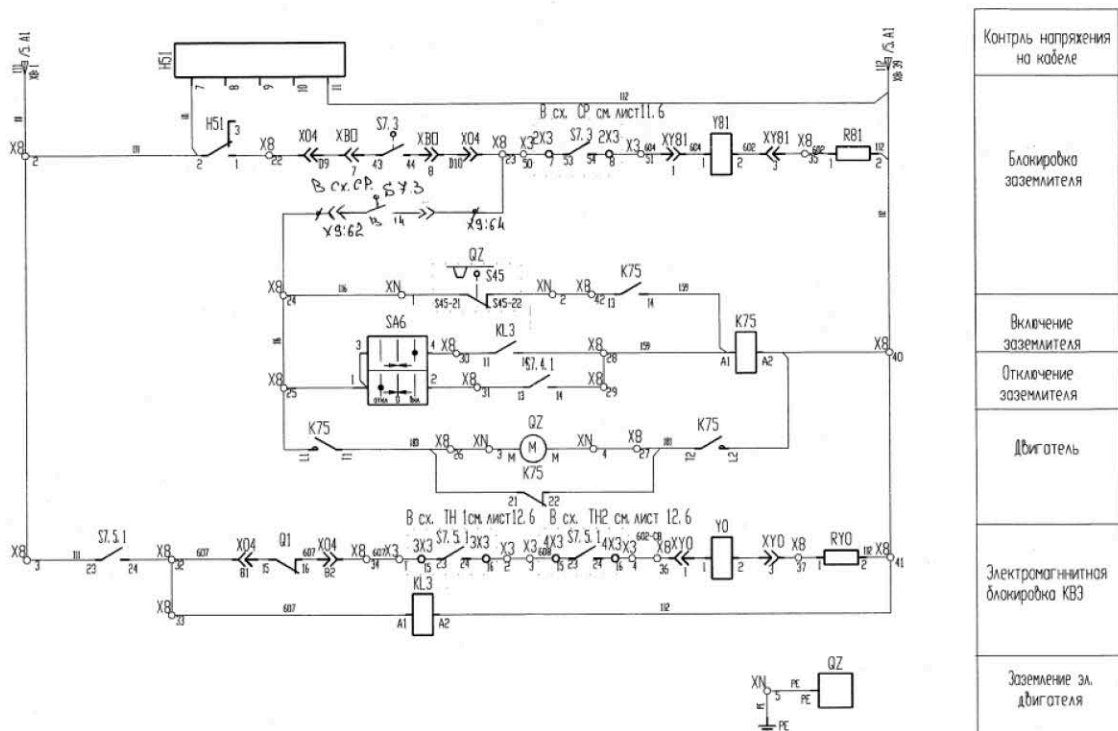
Цепи питания оперативных цепей	Цепи управления
Питание за приборов КВЗ и заземителя	
Питание МГСОМ	Автоматический выключатель
Питание блока управления	
Команда "Включить"	Реле команды "Отключить"
Команда "Отключить"	
Блокировка ДУ	Реле команды "Включить"
Телеуправление	
Пуск АВР См. лист 10.9	ЦР0В
АЗШ	
ЦР0В	Работа ЗДЗ (с контролем по току)
Работа ЗДЗ (с контролем по току)	

Рисунок 2.3 - Принципиальная электрическая схема управления и защит ячейкой 6 кВ



Электромангнит управления выключателем	
Оперативное, по цепям ТУ, цепям ДУ, от защит	Цепи отключения
Оперативное, по цепям ТУ и цепям ДУ	Цепи включения

Рисунок 2.4 - Принципиальная электрическая схема цепей включения, отключения



Контроль напряжения на кабеле
Блокировка заземлителя
Включение заземлителя
Отключение заземлителя
Двигатель
Электромангнитная блокировка КВЗ
Заземление за двигателя

Рисунок 2.5 - Принципиальная электрическая схема управления заземляющими ножами

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПФВ-04.170.110.01.ПЗ

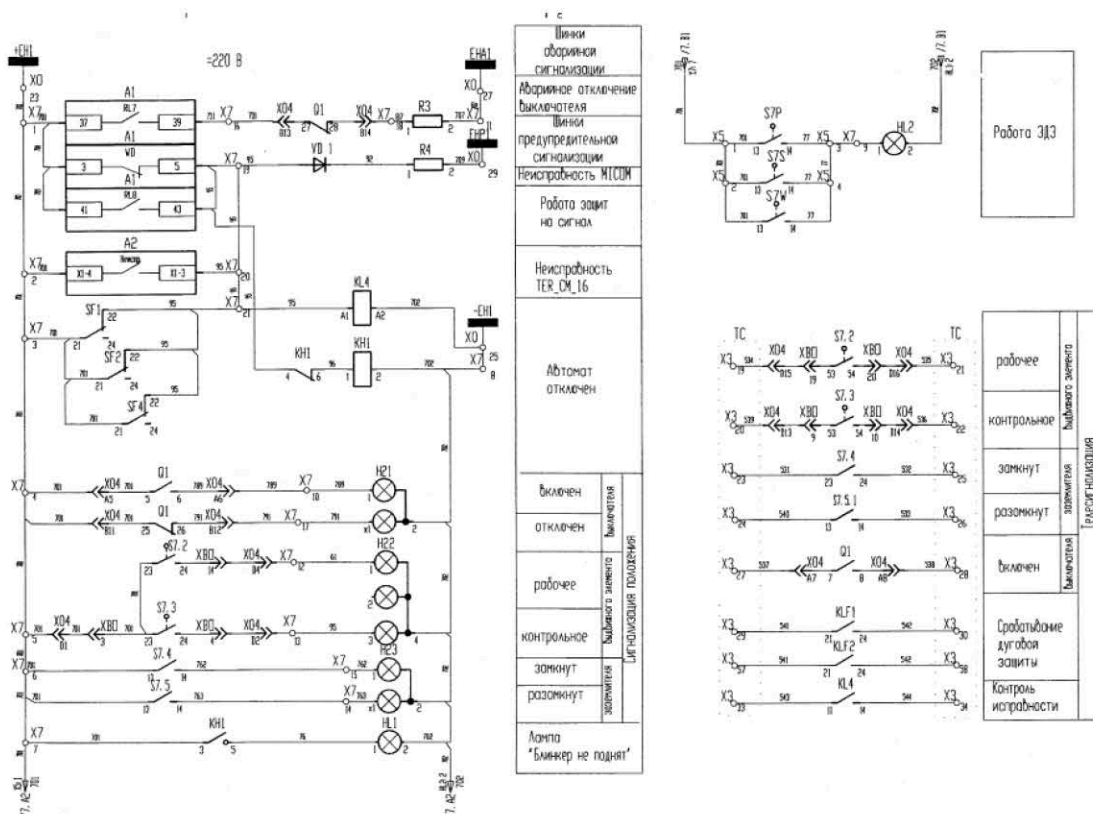


Рисунок 2.6 - Принципиальная электрическая схема цепей сигнализации

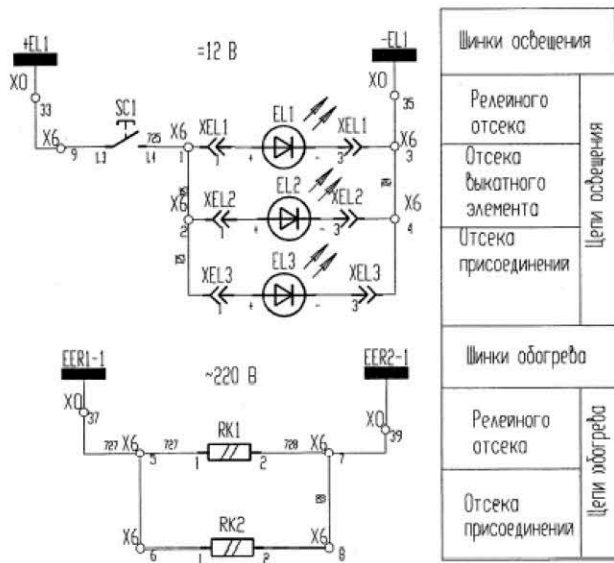


Рисунок 2.7 - Принципиальная электрическая схема цепей освещения и обогрева

2.7 Вывод по разделу

В разделе проведены расчеты токов защит и уставок. На основе анализа расчетов, произведён выбор оборудования описана спецификация индикаторов микропроцессорного блока защит. В качестве

микропроцессорного блока защит был выбран блок Мисом, блок соответствует всем требованиям релейной защиты. После внедрения блока Мисом появились следующие основные преимущества:

- самодиагностика - позволяющая отслеживать все параметры элементов релейной защиты,
- улучшилась визуальная сигнализация – позволяющая точно определить какая из защит сработала при нарушении целостности электрических цепей,
- появилось освещение и обогрев.

Внедрены следующие релейные защиты:

- ЗДЗ,
- УРОВ,
- логическая защита шин.

3 Экономический раздел

3.1 Расчет капиталовложений

Задачей технико-экономического раздела является определение капиталовложений, а также расчет годовых эксплуатационных расходов.

В результате технико-экономического расчета определяется величина приведенных затрат:

$$З = E_n \cdot K + И \quad (3.1)$$

где: E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, принимаемый равным 0,12,

K – капитальные затраты (капиталовложения) в состав РП-6 кВ,

$И$ – годовые эксплуатационные расходы.

В капиталовложения в РП-6 кВ входят электрооборудования РП-6 кВ, руб $K_э$, монтажного оборудования РП-6 кВ $K_м$, и компонентов АВР $K_к$, которые определяются по укрупнённым показателям стоимости соответствующего оборудования.

Суммарные методу капиталовложения в РП-6 кВ определяются их суммой:

$$КК = K_к + K_э + K_м \text{ руб}, \quad (3.2)$$

где: $K_э$ - стоимость электрооборудования РП-6 кВ, руб.;

$K_м$ - стоимость монтажного оборудования РП-6 кВ, руб.;

$K_к$ - стоимость компонентов АВР, руб.

Стоимость компонентов оборудования РП-6 определяется: типом, напряжением, отключающей способностью, дополнительной комплектацией.

Результаты расчёта капиталовложений в РП-6 сведены в таблицу 3.1, 3.2, 3.3.

Таблица 3.1 - Расчёт капиталовложений электрооборудования РП-6 кВ

Определяемый показатель	Ед. измерения	Значение
Вакуумный выключатель		
Марка	-	ВВ/TEL-10-31.5/1600-У2-48
Количество	шт	1
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	282

Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	282
Марка	-	ВВ/TEL-10-31.5/1000-У2-48
Количество	шт	2
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	198
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	396
Марка	-	ВВ/TEL-10-20/1000-У2-48
Количество	шт	4
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	170
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	680
Автоматический выключатель		
Марка	-	ETIMAT 6 1p+N C4
Количество	шт	18
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	1
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	18
Марка	-	ComPact NSX100F
Количество	шт	3
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	25
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	75
Марка	-	1p 10a
Количество	шт	6
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	1
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	6
Марка	-	1p 16a
Количество	шт	2
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	1
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	2
Марка	-	1p 25a
Количество	шт	2
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	1
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	2
Указатель положения		
Марка	-	Nef 30-wpcz 220v ac/dc
Количество	шт	6
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	5
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	30
Марка	-	Nef 30-wpgz 220v ac/dc
Количество	шт	6
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	5
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	30
Марка	-	Nef 30-wpw 220v ac/dc
Количество	шт	6
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	5
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	30
Переключатели кулачные		
Марка	-	S10JD
Количество	шт	14
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	1,5
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	21
Марка	-	S100JD1103A6

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ПФВ-04.170.110.01.ПЗ

Лист

52

Количество	шт	7
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	1,3
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	9,1
Программируемое реле		
Марка	-	SR3B261FU Zelio Logic 16вх/10вых
Количество	шт	1
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	2
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	2
Реле защиты		
Марка	-	Micom P14
Количество	шт	7
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	100
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	700
Устройства защиты		
Марка	-	БМЦС-10
Количество	шт	1
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	30
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	30
Модуль управления		
Марка	-	TER-СМ-16-1(220-2)
Количество	шт	7
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	50
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	350
Резисторы		
Марка	-	с5-35в-60 3900 ом
Количество	шт	24
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	0,2
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	4,8
Марка	-	с5-35в-16 4300 ом
Количество	шт	6
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	0,2
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	1,2
Электромагнит		
Марка	-	K28, 7 Вт, U=220VDC FANINA
Количество	шт	7
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	2
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	14
Трансформаторы тока		
Марка	-	ТТН 30Т/100/5-5va/0.5
Количество	шт	12
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	1
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	12
Марка	-	ТТН 30Т/100/5-5VA/0,5-Р комплект
Количество	шт	2
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	1,5
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ПФВ-04.170.110.01.ПЗ

Лист

53

Марка	-	ТЗРЛ-125
Количество	шт	12
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	11
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	132
Марка	-	ТЛО-10-М1ВС-0.5/10Р-10/15-100/5-У2-6-10кА КЭАЗ
Количество	шт	18
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	40
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	720
Счетчик электроэнергии		
Марка	-	СЕ303-S31
Количество	шт	7
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	6
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	42
Ограничитель перенапряжения		
Марка	-	ОПНп-6/550/7,2 С УХЛ1
Количество	шт	27
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	2,5
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	67,5
Волоконно-оптический датчик		
Марка	-	ВОД-Р для ДУГ А-О2-10
Количество	шт	27
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	5
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	135
Полупроводниковый нагреватель		
Марка	-	100Вт; IP20; DIN EN50022 35мм, ALFA ELECTRIC
Количество	шт	7
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	2
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	14
Светильники		
Марка	-	100Вт; IP20; DIN EN50022 35мм, ALFA ELECTRIC
Количество	шт	7
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	2
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	14

Таблица 3.2 - Расчёт капиталовложений в монтажное оборудование РП-6 кВ

Определяемый показатель	Ед. измерения	Значение
Панели для установки оборудования		
Марка	-	Задняя панель SF 2000x600
Количество	шт	27
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	28
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	756
Марка	-	Передние и задние панели цоколя 600x100
Количество	шт	27

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ПФВ-04.170.110.01.ПЗ

Лист

54

Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	5
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	135
Марка	-	стандартные боковые панели 2000x600
Количество	шт	2
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	25,5
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	51
Вертикальные стойки		
Марка	-	4 Вертикальные стойки SF 2000
Количество	шт	27
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	4,5
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	121,5
Нижняя и верхняя рамы		
Марка	-	sf 600x600
Количество	шт	27
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	27
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	729
Монтажная плата		
Марка	-	Стандартная монтажная плата 2000x600
Количество	шт	27
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	9
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	243
Сплошная дверь		
Марка	-	SF/SM 2000x600
Количество	шт	27
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	27
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	729
Соединительный комплект для шкафов		
Марка	-	стандартный СК для шкафов SF
Количество	шт	14
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	16
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	224
Шина медная		
Марка	-	шмт 20x5
Количество	шт	10
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	4
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	40
Клемма винтовая		
Марка	-	Phoenix Contact 0,5-10 мм ² , серая, UT 10
Количество	шт	2000
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	0,1
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	200
Изоляторы		
Марка	-	ЗП для шин 5x12...10x30

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ПФВ-04.170.110.01.ПЗ

Лист

55

		TDM
Количество	шт	63
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	0,08
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	5
Марка	-	m30 силовой н30xd27xm6мм tdm
Количество	шт	63
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	0,6
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	37,8

Таблица 3.3 - Расчёт капиталовложений в компоненты АВР

Определяемый показатель	Ед. измерения	Значение
Мотор-редуктор		
Марка	-	MT100/160, ComPact NSX100/160, 220/240В
Количество	шт	3
Стоимость 1 единицы	тыс.руб./шт	42
Стоимость капиталовложений	тыс. руб.	126

Суммарные капиталовложения в проектируемую РП-6: Складываются из стоимости на электрические аппараты, электроустановочных изделий, устройств защиты, электрических машин

$$\Delta K = 3822,6 + 3271,3 + 126 = 7329,9 \text{ тыс. руб}$$

3.2 Расчет расходов по содержанию объекта в эксплуатации

Расчёт расходов по содержанию объекта в эксплуатации производится до модернизации Эдм и после проведения модернизации объекта Эм.

Расходы на заработную плату и отчисления на социальные нужды при обслуживании установки.

$$\mathcal{E}_{\text{зп}} = \frac{K_{\text{соц}} \cdot K_p \cdot K_{\text{доп}} \cdot n_{\text{чел}} \cdot D \cdot t_{\text{раб}}}{t_{\text{рд}}} \quad (3.3)$$

где $K_{\text{соц}} = 1,3$ – коэффициент, предусматривающий отчисления на социальные нужды;

$K_p = 1$ – районный коэффициент;

$K_{\text{пр}} = 1,1 \div 1,2$ – коэффициент, предусматривающий премии;

$K_{\text{доп}} = 1,8$ – коэффициент, доплаты, льготы и надбавки;

$D = 39\ 000$ руб – месячный оклад работника, обслуживающего объект:

$n_{\text{чел}} = 8$ – количество персонала, работающего на объекте;

$t_{\text{раб}} = 60$ сут – общее годовое рабочее время;

Количество человек для технического обслуживания после модернизации сокращается до 3 человек.

$t_{\text{рд}} = 22$ – среднее число рабочих дней в месяц.

Затраты на заработную плату до модернизации $\mathcal{E}_{\text{дм}}$:

$$\mathcal{E}_{\text{дм}} = \frac{1.3 \cdot 1 \cdot 1.2 \cdot 1.8 \cdot 39\ 000 \cdot 8 \cdot 60}{22} = 10\ 620\ 000 \text{ руб}$$

Затраты на заработную плату после модернизации $\mathcal{E}_{\text{пм}}$:

$$\mathcal{E}_{\text{пм}} = \frac{1.3 \cdot 1 \cdot 1.2 \cdot 1.8 \cdot 39\ 000 \cdot 8 \cdot 60}{22} = 3\ 982\ 000 \text{ руб}$$

Затраты на заработную плату после модернизации объекта существенно изменились.

Расчет затрат на амортизацию оборудования:

$\mathcal{E}_{\text{ам1}} = 0$ руб – Затраты на амортизацию объекта до модернизации

$\mathcal{E}_{\text{ам2}}$ – Затраты на амортизацию объекта после модернизации

$$\mathcal{E}_{\text{ам2}} = \frac{a}{K_{\text{мод}} \cdot 100} \quad (3.4)$$

где $K_{\text{мод}} = 7\ 329\ 900$ – общая сумма модернизированного оборудования

$$\mathcal{E}_{\text{ам2}} = \frac{5}{7\ 329\ 900 \cdot 100} = 366\ 500 \text{ руб}$$

Норматив отчислений в ремонтный фонд после модернизации:

$$\mathcal{E}_{\text{рем2}} = \frac{B}{K_{\text{мод}} \cdot 100} \quad (3.5)$$

где $B = 0,5 \div 2,5\%$ – норматив отчислений в ремонтный фонд.

$$\mathcal{E}_{\text{рем2}} = \frac{0.5}{7\ 329\ 900 \cdot 100} = 36\ 650$$

Текущие расходы

$$\mathcal{E}_{\text{тек}} = K_{\text{пр}} \cdot (\mathcal{E}_{\text{зп}} + \mathcal{E}_{\text{ам}} + \mathcal{E}_{\text{рем}}) \quad (3.6)$$

где $K_{пр} = 0.1$ – коэффициент, учитывающий прочие прямые расходы;

$\mathcal{E}_{зп}$ – расходы на заработную плату;

$\mathcal{E}_{ам}$ – затраты на амортизацию;

$\mathcal{E}_{рем}$ – норматив отчислений на ремонт;

Текущие расходы до модернизации:

$$\mathcal{E}_{тек1} = 0.1 \cdot (10\,620\,000 + 0 + 0) = 1\,062\,000 \text{ руб}$$

Текущие расходы после модернизации:

$$\mathcal{E}_{тек2} = 0.1 \cdot (3\,982\,000 + 366\,500 + 36\,650) = 438\,515 \text{ руб}$$

Затраты по содержанию объекта в эксплуатации.

Затраты по содержанию объекта в эксплуатации до модернизации:

$$\mathcal{E}_{общ1} = \mathcal{E}_{зп1} + \mathcal{E}_{ам1} + \mathcal{E}_{рем1} + \mathcal{E}_{прр1} \quad (3.4)$$

$$\mathcal{E}_{общ1} = 10\,620\,000 + 0 + 0 + 1\,062\,000 = 11\,682\,000$$

Затраты по содержанию объекта в эксплуатации после модернизации:

$$\mathcal{E}_{общ2} = \mathcal{E}_{зп2} + \mathcal{E}_{ам2} + \mathcal{E}_{рем2} + \mathcal{E}_{прр2} \quad (3.5)$$

$$\mathcal{E}_{общ2} = 3\,982\,000 + 366\,500 + 36\,650 + 438\,515 = 4\,823\,665 \text{ руб}$$

Экономия расходов:

$$\Delta\Pi = \pm\Delta\mathcal{E} = \mathcal{E}_{общ1} - \mathcal{E}_{общ2} \quad (3.6)$$

$$\Delta\Pi = \pm\Delta\mathcal{E} = 11\,682\,000 - 4\,823\,665 = 6\,858\,335 \text{ руб}$$

Таким образом, по результатам данных расчетов, показатель экономии годовых текущих (эксплуатационных) расходов, можно принять равным показателю прироста прибыли за этот период.

Время окупаемости модернизации

$$T = \frac{K_{\text{мод}}}{\Delta\mathcal{E}} = \frac{K_{\text{мод}}}{\Delta\mathcal{E}} \quad (3.7)$$
$$T = \frac{7\,329\,900}{6\,858\,335} = 1.07 \text{ лет}$$

3.3 Выводы по разделу

На основании проведенных расчетов экономического обоснования предлагаемых мероприятий по модернизации релейной защиты распределительной подстанции 6кВ, можно сделать вывод, что реализация данного проекта позволит снизить текущие расходы, за счет уменьшения затрат на заработную плату, содержание и эксплуатацию объекта, при этом показатель прироста прибыли соответственно увеличится до 6 858 335 руб., срок окупаемости составит 1 год и 7 месяцев.

Таблица 3.4– Техничко-экономические показатели

Показатели	До модернизации, руб	После модернизации, руб	Изменение затрат на содержание объекта
Расходы на заработную плату, руб/год	10 620 000	3 982 000	-6 638 000
Затраты на амортизацию, руб/год	0	366 500	366 500
Расходы на текущий ремонт, руб/год	0	36 650	36 650
Текущие расходы, руб/год	1 062 000	438 515	-623 485
Затраты по содержанию объекта, руб/год	11 682 000	4 823 665	-6 858 335

Таблица 3.5 –Результаты экономического обоснования

Показатели	Обозначение	Значения показателей
Потребные капиталовложения, руб.	ΔК	7329900 руб.
Прирост прибыли, руб.	ΔП	6858335 руб.
Период окупаемости, лет	T	1 год 7 месяцев

Таким образом, предложенные мероприятия по модернизации релейной защиты распределительной подстанции 6кВ можно считать экономически целесообразными и обоснованными.

4 Раздел охраны труда

4.1 Структура общих положений

4.1.1 Краткое направление дипломного проекта

В выпускной квалификационной работе проводятся модернизационные мероприятия, связанные с заменой релейной защиты в распределительной подстанции БКВ. При их проведении предусмотрен демонтаж старого и монтаж нового оборудования. Задачами модернизации является: модернизация релейной защиты на базе механических реле типа РТ-40 на релейную защиту на базе микропроцессорного блока защит МІСОМ Р14 для улучшение основных характеристик релейной защиты: чувствительность, быстродействие, надежность, селективность. А также возможность подключение к АСУ ТП. Замена высоковольтного масляного выключателя на высоковольтный вакуумный выключатель для надежности, уменьшение вреда окружающей среде, сокращение расходов и уменьшение класса взрыво-пожароопасности. Так как в результате замены пропадает необходимость в содержании маслохозяйства.

4.1.2 Идентификация негативных факторов производственной среды на рабочем месте

Охрана труда - система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационные, технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Вредный производственный фактор – это фактор трудового процесса или среды, воздействие которого при определенных условиях на работника может вызвать профессиональное заболевание, снижение работоспособности.

Опасный производственный фактор – фактор способный стать причиной острого заболевания, резкого ухудшения здоровья или летального исхода.

При производстве работ возможно влияние следующих опасных производственных факторов на рабочем месте:

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						60
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- движущиеся машины и механизмы,
- различные подъемно-транспортные устройства и перемещаемые грузы
- режущие инструменты,
- вращающиеся и перемещающиеся приспособления и др.,
- отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента,
- электрический ток,
- повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов,

При производстве работ возможно влияние следующих вредных производственных факторов на рабочем месте:

- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны,
- влажность и скорость движения воздуха,
- повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука,
- запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны,
- недостаточная освещенность рабочих мест.

4.1.3 Предполагаемые изменения негативных факторов производственной среды

В результате произведенной модернизации ухудшений условий труда при эксплуатации данной подстанции не произойдет.

Основными мероприятиями обеспечения безопасности труда являются: предупреждение и профилактика опасностей; минимизация повреждения здоровья работников.

Приоритетность реализации мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней устанавливается в примерном перечне, указанном в части третьей статьи 225 настоящего Кодекса.

4.2 Нормативные документы, относящиеся к решению вопросов охраны труда

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						61
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ПРИКАЗЫ, ПРАВИЛА и т.д. по охране труда на опасном производственном объекте являются:

- Федеральный закон от 30.12.2001 г. №197-ФЗ «Трудовой кодекс Российской Федерации» с изменениями и дополнениями от 30.11.2021 г.;

- Федеральный закон от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;

- Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 N 1479 Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации (с изменениями на 21 мая 2021 года)

- СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования»;

- СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве»;

- Приказ Минтруда России от 11.12.2020 № 883н "Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте";

- Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 N 533 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств";

- ФНП в области промышленной безопасности от 07.12.2020 N 500 Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности химически опасных производственных объектов"

- Приказ Ростехнадзора, ФНП в области промышленной безопасности от 15.12.2020 №534 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности"

									Лист
									62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ПФВ-04.170.110.01.ПЗ

- Приказ Минтруда России от 28.10.2020 N 753н "Об утверждении Правил по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов";

- Приказ Ростехнадзора, ФНП в области промышленной безопасности от 26.11.2020 № 461 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения"

- Приказ Минтруда России от 15.12.2020 N 903н "Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок";

- Приказ от 12 августа 2022 г. N 811 ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПРАВИЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.

4.3 Мероприятия по охране труда

Производство электромонтажных работ. Производство работ осуществлять после выполнения организационно-технических и подготовительных мероприятий, открытия наряда- допуска, прохождения инструктажа на рабочем месте. С применением средств индивидуальной защиты (СИЗ), согласно выполняемым работам, с соблюдением требований охраны труда.

Перед применением СИЗ, их необходимо осмотреть на предмет целостности элементов. Защитные каски, очки и маски, не должны иметь трещин и сколов.

Работы производить строго в указанной зоне производства работ.

Список средств коллективной и индивидуальной защиты при выполнении работ:

Таблица 4.1 – Средства индивидуальной защиты

Наименование СИЗ
Каска строительная с подбородочным ремешком
Очки защитные

Щитки полнолицевые
Спецодежда
Спецобувь с железным подноском
Противогаз с фильтром ДОТ 600 А2В2Е2К2Р3D
Перчатки ХБ
Перчатки диэлектрические
Коврики диэлектрические
Указатели напряжение
Переносные заземляющие устройство

Работы в действующих электроустановках РУ, РП

Работы по демонтажу, монтажу оборудования, прокладке кабельных линий начинать только после выполнения всех подготовительных, организационных и технических мероприятий, с обязательным прохождением инструктажа в электроцехе, оформлением соответствующего наряда-допуска на производство работ в действующей электроустановке.

Обеспечить ограждение опасных зон, наличие предупреждающих и запрещающих знаков. Ежемесячно перед началом работ производить ограждение опасных зон или проверять целостность ранее установленного ограждения. На месте производства работ обеспечить наличие идентификатора с данными: наименование организации, фамилии, имя, отчества ответственного лица за производство работ, мобильный телефон ответственного лица за производство работ.

Безопасность при использовании лестниц, стремянок

Конструкция приставных лестниц и стремянок должна исключать возможность сдвига и опрокидывания их при работе, поэтому, обязательно необходимо закрепить лестницу\стремянку за строительную (бетонную, стальную) конструкцию, при подъеме и спуске следует пристегивать карабин страховочного стропа во избежание падения. На нижних концах приставных лестниц и стремянок должны быть оковки с острыми наконечниками для установки на земле. При использовании лестниц и стремянок на гладких

опорных поверхностях (паркет, металл, плитка, бетон) на нижних концах должны быть надеты башмаки из резины или другого нескользкого материала.

При установке приставной лестницы в условиях, когда возможно смещение ее верхнего конца, последний необходимо надежно закрепить за устойчивые конструкции.

Верхние концы лестниц, приставляемых к трубам или проводам, снабжаются специальными крюками-захватами, предотвращающими падение лестницы от напора ветра или случайных толчков.

Устанавливать и закреплять лестницы и площадки на монтируемые конструкции следует до их подъема. Длина приставной лестницы должна обеспечивать работнику возможность работы в положении стоя на ступени, находящейся на расстоянии не менее 1 м от верхнего конца лестницы.

При работе с приставной лестницы на высоте более 1,8 м надлежит применять страховочную систему, прикрепляемую к конструкции сооружения или к лестнице (при условии закрепления лестницы к строительной или другой конструкции). Если высота менее 1.8м, то выполнять работы можно без применения средств подмащивания.

Приставные лестницы без рабочих площадок допускается применять только для перехода работников между отдельными ярусами здания или для выполнения работ, не требующих от работника упора в строительные конструкции здания. Так же для выполнения работ необходимо оформление наряда-допуска.

При выполнении работ на высоте присваивается группа по безопасности: руководителю работ-3гр; производителю работ-2гр; членам бригады-1гр.

При использовании приставной лестницы или стремянок запрещено:

- а) работать с двух верхних ступенек стремянок, не имеющих перил или упоров,
- б) находиться на ступеньках приставной лестницы или стремянки более

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		65

чем одному человеку.,

в) поднимать и опускать груз по приставной лестнице и оставлять на ней инструмент,

Запрещено работать на переносных лестницах и стремянках:

а) над вращающимися (движущимися) механизмами, работающими машинами, транспортерами,

б) с использованием электрического и пневматического инструмента, строительно-монтажных пистолетов,

в) при выполнении газосварочных, газопламенных и электросварочных работ,

г) при натяжении проводов и для поддержания на высоте тяжелых деталей.

При перемещении лестницы двумя работниками ее необходимо нести наконечниками назад, предупреждая встречных об опасности. При переноске лестницы одним работником она должна находиться в наклонном положении так, чтобы передний конец ее был приподнят над землей не менее чем на 2 м.

Лестницы и стремянки перед применением осматриваются ответственным исполнителем работ (без записи в журнале приема и осмотра лесов и подмостей).

Лестницы должны храниться в сухих помещениях, в условиях, исключающих их случайные механические повреждения.

Безопасность при работе с электроинструментом. Электроинструмент, применяющийся в работе безопасный, не иметь доступных для случайного прикосновения токоведущих частей, не имеет повреждений корпусов и изоляции питающих проводов. Применяется электроинструмент только по назначению в соответствии с требованиями, указанными в паспорте завода-изготовителя.

Заземление корпуса электроинструмента осуществляется с помощью жилы питающего провода, которая не служит одновременно проводником

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		66

рабочего тока.

Весь электроинструмент храниться в сухом помещении, имеет инвентарный порядковый номер и бирку с датой следующего испытания. Контроль за сохранностью и исправностью электроинструмента осуществляет лицо, назначенное приказом или распоряжением Организации.

К работе с электроинструментом и ручными электрическими машинами класса I в помещениях с повышенной опасностью и вне помещений допущен персонал, имеющий группу по электробезопасности не ниже II. Подключение вспомогательного оборудования (трансформаторов, преобразователей частоты, защитно-отключающих устройств и т.п.) к сети и отсоединение его производятся электротехническим персоналом с группой не ниже III.

Персонал, проводящий работы с электроинструментом, обязан:

- перед началом работ УШМ, либо другим искра образующим электроинструментом с рабочего места убрать все сгораемые материалы,
- выполнять только ту работу, которая определена руководителем работ,
- знать конструкцию и соблюдать правила технической эксплуатации применяемого электроинструмента,
- уметь оказывать первую медицинскую помощь пострадавшим.

Перед началом работ с ручными электрическими машинами, ручными электрическими светильниками и электроинструментом необходимо произвести:

- проверку комплектности и надежности крепления деталей,
- проверку внешним осмотром исправности кабеля (шнура), его защитной трубки и штепсельной вилки,
- проверку целостности изоляционных деталей корпуса, рукоятки и крышек щеткодержателей,
- проверку наличия защитных кожухов и их исправности,
- проверку четкости работы выключателя.

Запрещено пользоваться неисправным инструментом и работать

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						67
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

электроинструментом с приставных лестниц.

При работе с электроинструментом запрещено:

- оставлять электроинструмент, присоединенный к питающей сети, без надзора,
- передавать электроинструмент лицам, не имеющим права пользоваться им,
- превышать предельно допустимую продолжительность работы, указанную в паспорте электроинструмента,
- эксплуатировать электроинструмент при возникновении во время работы хотя бы одной из следующих неисправностей,
 - повреждения штепсельного соединения, кабеля (шнура) или его защитной трубки,
 - нечеткой работы выключателя.

Электроинструмент должен быть отключен от сети штепсельной вилкой:

- при смене рабочего инструмента, установке насадок и регулировке,
- при переносе инструмента с одного рабочего места на другое,
- при перерыве в работе,
- при прекращении электропитания.

При работе вблизи воспламеняющихся материалов, взрывоопасных паров или пыли разрешается использовать только специальные электроинструменты (во взрывобезопасном исполнении или не создающие искр).

При возникновении опасности травмирования глаз надеть защитные очки.

При работе с искрообразующим оборудованием использовать полнолицевую щиток с креплением на каску.

Требования безопасности в аварийных случаях:

- при всех неисправностях электроинструмента прекратить работу, отключить электроинструмент от сети и сообщить о случившемся

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						68
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

непосредственному руководителю работ;

- если во время работы работающий почувствовал хотя бы слабое действие электрического тока, он должен немедленно прекратить работу, отключить электроинструмент от сети и сообщить руководителю подразделения.

Требования безопасности по окончании работ:

- отключить инструмент от питающей сети
- электроинструмент, рабочие инструменты и защитные средства осмотреть, очистить от грязи; кабель (провод, шнур) собрать в бухту и убрать в отведенное для хранения место;

- произвести уборку рабочего места;
- снять спецодежду и средства индивидуальной защиты, очистить и убрать в отведенное место;
- о всех неисправностях, замеченных в процессе работы доложить непосредственному руководителю работ.

В соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.013.0-91 ручные электрические машины применяются следующих классов:

1-машины с изоляцией всех деталей, находящихся под напряжением, и штепсельными вилок, имеющими заземляющий контакт. Машины класса 1 могут иметь все находящиеся под напряжением детали с двойной или усиленной изоляцией;

2-машины, у которых все детали, находящихся под напряжением, имеют двойную или усиленную изоляцию. Эти машины не имеют устройство для заземления;

3- машины на номинальное напряжение не выше 42В, у которых ни внутренние, ни внешние цепи не находятся под другим напряжением. Машины класса 3 предназначены для питания от автономного источника тока или от общей сети через изолирующий трансформатор или преобразователь, напряжение холостого хода которых не должно превышать 50В, а вторичная

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

цепь не должна быть соединена с землей.

В зависимости от категории помещения по степени опасности поражения электрическим током должны применяться электроинструмент и ручные электрические машины следующих классов:

Класса 1 – при эксплуатации в условиях производства (за исключением подготовки и производства строительного-монтажных работ). При работе с электроинструментом и ручными электрическими машинами класса 1 следует пользоваться средствами индивидуальной защиты. Допускается работать электроинструментом и ручными электрическими машинами класса 1 без применения средств индивидуальной защиты, если машина или инструмент, и при этом только один, получает питание от отдельного трансформатора, автономной двигатель-генераторной установки, преобразователя чистоты с отдельными обмотками или через защитно-отключающее устройство;

Класса 2 и 3 – при эксплуатации в условиях производства во всех случаях, а при подготовке и производстве строительного-монтажных работ в помещениях – в условиях повышенной опасности и вне помещений.

При пользования машинами классов 2 и 3 разрешается работать без применения средств индивидуальной защиты, за исключением подготовки и производства строительного-монтажных работ, когда при работе с электрическими машинами и инструментом класса 2 необходимо использовать указанные средства.

В число средств индивидуальной защиты при работе с электроинструментом и ручными электрическими машинами входят диэлектрические перчатки, галоши, ковры.

Ручные электрические светильники должны быть снабжены предохранительной сеткой с рефлектором и крючком для подвески сетки должна быть укреплена на рукоятке винтами с таким расчетом, чтобы снимать ее можно только при помощи отвертки. Патрон должен быть встроены в корпус светильника так, чтобы снимать ее можно только при помощи отвертки.

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						70
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Первичные обмотки переносных понижающих трансформаторов должны подключаться к сети напряжением 127 и 220В с помощью шнура длиной не более 2м, заключенного в резиновый шланг и снабженного соответствующей штепсельной вилкой (соединителем).

Корпуса понижающих трансформаторов должны быть заземлены, для чего заземляющий зажим на корпусе трансформатора должны быть присоединен к заземляющему зажиму штепсельной розетки, через которую подается питание к данному трансформатору, или при помощи винтового зажима – к заземлению. Заземляющий провод должен быть изолированным и не иметь надрывов, изломов и т.п. Должны быть заземлены обмотки низшего напряжения.

Заземление обмотки выполняется присоединением соответствующего вывода ее к заземляющему зажиму на корпусе трансформатора.

Если понижающий трансформатор одновременно является и разделительным, то вторичная электрическая цепь у него не должна быть соединена с землей.

Сопротивление изоляции понижающих трансформаторов измеряется между первичной и вторичной обмотки и между каждой из обмоток и корпусам.

Периодичность измерений – не реже 1 раза в 6 месяцев.

Перед началом работ с ручными электрическими машинами, переносным светильниками и электроинструментом следует провести проверку:

- комплектности и надежности крепления деталей;
- внешним осмотром исправности кабеля (шнура), его защитной трубки и штепсельной вилки;
- целостности изоляционных деталей корпуса, рукоятки и крышек щеткодержателей;
- наличия защитных кожухов и их исправности;

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						71
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- проверку четкости работы выключателей;
- работы на холостом ходу;
- у машин класса 1, кроме того, проверить исправность цепи заземления (между корпусом машины и заземляющим контактом штепсельной вилки).

Ручные электрические машины, ручные светильники, электроинструмент и вспомогательное оборудование к ним, имеющие дефекты, выдавать для работы запрещается.

При пользовании электроинструментом, ручными электрическими машинами и ручными светильниками их провода или кабели должны по возможности подвешиваться. Непосредственное соприкосновение проводов и кабелей с металлическими, горячими, влажными и масляными поверхностями не допускается.

При обнаружении каких-либо неисправностей работа с ручными электрическими машинами и ручными светильниками немедленно прекращается.

При прекращении подачи тока во время работы с электроинструментами или при перерыве в работе электроинструмент отсоединяется от электросети.

Лицам, пользующимся электроинструментом или ручными электрическими машинами, запрещается:

- а) передавать ручные электрические машины и электроинструмент хотя бы на непродолжительное время другим лицам;
- б) разбирать ручные электрические машины и электроинструмент и производить самим какой-либо ремонт (как самого электроинструмента или ручной электрической машины, так и проводов штепсельных соединений и т.п.);
- в) держаться за провод ручной электрической машины или электроинструмента или касаться вращающегося режущего инструмента;
- г) удалять руками стружку или опилки во время работы до полной остановки ручной электрической машины;

д) работать с приставных лестниц. Для выполнения этих работ должны устанавливаться прочные леса или подмости;

е) оставлять ручные электрические машины и электроинструмент без надзора включенными в электросеть.

Сопротивление изоляции обмоток и других электрических цепей электроинструмента относительно металлического корпуса и наружных металлических деталей должна быть не менее 0,5МОм, а при наличии двойной изоляции – не менее 2МОм. Сопротивление изоляции измеряется между обмоткой и заземленным корпусом инструмента.

Проверка электроинструмента.

Электроинструмент, использующийся на предприятиях в профессиональных целях, должен быть пронумерован и занесён в журнал учёта. Руководством предприятия и структурного подразделения необходимо организован чёткий учёт за хранением, эксплуатацией и проверкой ручного электрооборудования. Вся необходимая информация фиксируется в специальном подготовленном журнале, а по результатам проверки и поверки выдаётся соответствующий протокол. И также обязательным мероприятием, обеспечивающим безопасность работы данным оборудованием, является квалифицированный инструктаж персонала с проверкой знаний, в котором озвучиваются под подпись методы проверки, а также правила пользования с ним. Одним из важных критериев проверки и безопасной работы является применение и вспомогательного оборудования, такого как переноски и удлинители. Их проверять тоже нужно раз в год и обеспечить это — прямая обязанность лица, ответственного за электрохозяйство.

Электроинструмент и приспособления (в том числе вспомогательное оборудование: трансформаторы, преобразователи частоты, защитно-отключающие устройства, кабели-удлинители) не реже одного раза в 6 месяцев должны подвергаться периодической проверке работником, имеющим группу по электробезопасности не ниже III, назначенным

работодателем ответственным за содержание в исправном состоянии электроинструмента и приспособлений.

Проверять электроинструмент также необходимо перед каждым его применением. Если ручное электрооборудование используется в экстремальных климатических и производственных условиях, то рекомендуется проверять его мегаомметром раз в 10 дней.

Безопасность при проведении огневых работ. Огневые работы на площадке проводятся в соответствии с требованиями СР/1.1.01 «Инструкция по безопасному ведению газоопасных, огневых и ремонтных работ».

Ответственность за организацию, разработку и реализацию мер по обеспечению безопасности при выполнении огневых работ на взрывопожароопасных производственных объектах возлагается на руководителя Предприятия и должностных лиц, назначенных руководителем или его уполномоченным заместителем, ответственными за обеспечение соблюдения требований пожарной безопасности.

К огненным работам относятся электросварочные, газосварочные, паяльные и иные работы, связанные с применением открытого огня, новообразованием и нагреванием до температуры, способной вызвать воспламенение материалов и конструкций в том числе работы с паяльными лампами, разогрев битума и смол, механическая обработка металла с образованием искр, резка металла механизированным инструментом, наплавление рулонных и иных кровельных материалов.

К выполнению огневых работ допущены работники, прошедшие обучение и проверку знаний по специальной программе пожарно-технического минимума.

Огневые работы проводятся только в дневное время (дневную рабочую смену).

На выполнение огневых работ оформляется наряд-допуск на выполнение огневых работ по форме, в соответствии с требованиями

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						74
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

СР/1.1.01 «Инструкция по безопасному ведению газоопасных, огневых и ремонтных работ.

Наряд-допуск на выполнение огневых работ выдается на каждое место и характер работ каждой бригаде, проводящей указанные работы, и действителен в течение одной смены.

Оформление одного наряда-допуска на два и более вида огневых работ (например, газосварка и газорезка) допускается при условии, что работы будут проводиться на одной площадке в зоне видимости лица, ответственного за проведение огневых работ.

Состав бригады исполнителей огневых работ указан в наряде-допуске на выполнение огневых работ.

Если работа не закончена, и условия ее проведения не изменились (что должно быть подтверждено результатами анализа воздушной среды), наряд-допуск на выполнение огневых работ может быть продлен руководителем структурного подразделения, на объекте которого выполняются огневые работы, или лицом, его замещающим, но не более чем на одну смену.

При проведении огневых работ в помещениях категорий «Г» (умеренная пожароопасность), «Д» (пониженная пожароопасность) и наружных установках категорий «ГН» (умеренная пожароопасность) и «ДН» (пониженная пожароопасность), а также в помещениях административного назначения, допускается оформление наряда-допуска сроком на рабочую неделю.

Список лиц, ответственных за подготовку места проведения огневых работ, и лиц, ответственных за выполнение огневых работ, утвержден руководителем Предприятия.

Лицом, ответственным за подготовку места проведения огневых работ, назначается специалист, обученный пожарно-техническому минимуму в объеме знаний требований нормативных правовых актов, регламентирующих пожарную безопасность в соответствии с Нормами пожарной безопасности

"Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций", в ведении которого находятся работники, осуществляющие эксплуатацию объекта, не занятый на период проведения подготовительных работ ведением технологического процесса и знающий условия подготовки объекта к выполнению огневых работ.

Лицом, ответственным за выполнение огневых работ, назначается специалист, обученный пожарно-техническому минимуму в объеме знаний требований нормативных правовых актов, регламентирующих пожарную безопасность в соответствии с Нормами пожарной безопасности "Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций".

При выполнении огневых работ на действующем взрывопожароопасном опасном производственном объекте подрядной организацией, ответственным за выполнение огневых работ назначен специалист, в ведении которого находятся исполнители огневых работ, обязательный контроль осуществляет специалист подразделения, на объекте которого выполняются огневые работы.

Подготовку объекта к проведению на нем огневых работ выполняют работники, осуществляющие эксплуатацию объекта, под руководством лица, ответственного за подготовку, в том числе при выполнении огневых работ подрядными организациями.

При подготовке к огневым работам руководитель структурного подразделения, на объекте которого выполняются огневые работы, или лицо, его замещающее, совместно с ответственными лицами за подготовку и выполнение этих работ определяет опасную зону, границы которой четко обозначаются предупредительными знаками и надписями.

Площадки, металлоконструкции, конструктивные элементы зданий, которые находятся в зоне проведения огневых работ, очищены от взрывопожароопасных продуктов (пыль, смола, горючие жидкости и материалы). В указанной зоне все сгораемые конструкции защищены от возгораний экранами из негорючих материалов. Рекомендуется

предварительный пролив стораемых конструкций водой.

К выполнению огневых работ следует приступать только после окончания всех подготовительных работ и мер по обеспечению пожарной безопасности на месте проведения работ, предусмотренных нарядом-допуском на выполнение огневых работ.

Не допускается изменять характер и содержание огневых работ, предусмотренных нарядом-допуском на выполнение огневых работ.

Не допускается совмещение огневых и газоопасных работ в одном помещении или в непосредственной близости на открытой площадке в случае возможного выделения в зону работ взрывопожароопасных веществ.

Перед началом выполнения огневых работ и при перерывах продолжительностью более одного часа на месте их проведения (в рабочей зоне, аппаратах, трубопроводах, коммуникациях) отбирается анализ воздушной среды на содержание опасных веществ. Не допускается проведение огневых работ при наличии взрывопожароопасных веществ выше 20% от нижнего концентрационного предела распространения пламени в зоне их проведения.

Для обеспечения безопасного выполнения огневых работ ответственному за проведение следует проверить:

- исправность и комплектность сварочного и другого оборудования для проведения огневых работ;
- наличие первичных средств пожаротушения, не менее двух огнетушителей;
- наличие и соответствие условиям проведения работ спецодежды, спецобуви, защитных щитков;
- средства индивидуальной защиты, предусмотренные нарядом-допуском на выполнение огневых работ.

Для обеспечения безопасного выполнения огневых работ все работники ознакомлены с записью в журнале ведения технологического процесса, о

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						77
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

проводимых огневых работах.

Перед началом огневых работ лицом, ответственным за проведение огневых работ, проводится целевой инструктаж о мерах пожарной и промышленной безопасности при проведении огневых работ на указанном объекте с бригадой исполнителей, проверяет наличие квалификационных удостоверений и документов, подтверждающих обучение по программе ПТМ у исполнителей и знакомит их с объемом огневых работ на месте.

Проведение инструктажа зафиксирован в наряде-допуске на выполнение огневых работ подписями исполнителей и лица, ответственного за проведение огневых работ.

Перед началом огневых работ лицу, ответственному за проведение работ, следует опросить каждого исполнителя о самочувствии.

Начало и проведение огневых работ осуществляются в присутствии лица, ответственного за выполнение работ, контролирующего работу исполнителей.

В зоне проведения огневых работ не допускается нахождение лиц, не занятых выполнением работ.

Лицо, ответственное за проведение огневых работ, после окончания огневых работ проверяет выполнение работ в полном объеме, организует приведение рабочих мест в порядок. С места выполнения огневых работ убраны инструменты, инвентарь, материалы, а также выведены исполнители, выполнившие огневые работы. Наряд-допуск на выполнение огневых работ закрывается лицом, ответственным за выполнением огневых работ.

Лицо, ответственное за выполнение огневых работ, ставит в известность работников, занятых ведением технологического процесса, об окончании огневых работ с записью в журнале ведения технологического процесса (вахтенный журнал, журнал приема-сдачи смен).

После окончания огневых работ лицо, ответственное за выполнение огневых работ, совместно с руководителем структурного подразделения,

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						78
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

проверяют место проведения огневых работ в целях исключения возможности возникновения возгорания и обеспечивают контроль (наблюдение) за местом наиболее возможного очага возникновения пожара в течение четырех часов работниками структурного подразделения, занятыми ведением технологического процесса.

После закрытия наряда-допуска на выполнение огневых работ лицо, ответственное за выполнение огневых работ, передает руководителю структурного подразделения, один экземпляр наряда-допуска на выполнение огневых работ. Второй экземпляр хранится в ПАСФ.

Оба экземпляра наряда-допуска на выполнение огневых работ хранятся не менее трех месяцев со дня его закрытия.

Таблица 4.2 - Радиус очистки территории от горючих материалов.

Высота точки сварки над уровнем пола или прилегающей территорией, метров	Минимальный радиус зоны очистки территории от горючих материалов, метров
0	5
2	8
3	9
4	10
6	11
8	12
10	13
Свыше 10	14

Действия в аварийных ситуациях. При возникновении аварийной обстановки в первую очередь сообщить диспетчеру.

Все работающие применяют СИЗ (каска строительная, спец. одежда, спец. обувь, фильтрующий противогаз), умеют пользоваться стационарными и

переносными средствами пожаротушения, знают номера телефонов, куда необходимо позвонить в случае аварии.

Прораб, мастер следить за обеспеченностью и исправностью на рабочих местах средств индивидуальной защиты, первичных средств пожаротушения, комплекта инструментов, предупреждающих надписей и несет ответственность за это.

Рабочие не должны покидать своего рабочего места, если это не угрожает их здоровью и жизни без разрешения мастера. Свидетели случившейся аварии обязаны дать пояснения о случившемся прибывшим ликвидаторам последствий аварии и расследующим причины аварии.

При обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры воздуха и др.) необходимо:

- немедленно сообщить диспетчеру предприятия (при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию);
- немедленно сообщить об этом по телефону в пожарную охрану (при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию);
- сообщить непосредственному руководителю;
- прекратить все работы;
- принять посильные меры по эвакуации людей и тушению пожара.

При возникновении несчастных случаев на производстве необходимо:

- сообщить диспетчеру предприятия;
- сообщить непосредственному руководителю;
- прекратить все работы;
- вызвать скорую помощь по тел.;;
- по мере возможности оказать первую помощь.

При загазованности на производстве необходимо:

- сообщить диспетчеру предприятия;

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						<i>80</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- сообщить в ГСО;
- прекратить все работы;
- сообщить непосредственному руководителю;
- всем одеть фильтрующие противогазы и выйти из опасной зоны перпендикулярно направлению ветра.

4.4 Пожарная безопасность

Перед началом работ работник прошел первичный инструктаж по пожарной безопасности и оформил наряд-допуск для производства ремонтных работ у руководителя объекта (руководителя структурного подразделения). Также оформил наряд-допуск на производство работ повышенной опасности.

Противопожарные мероприятия. Противопожарные мероприятия выполнять в соответствии с Правилами противопожарного режима в РФ (постановление № 1479 от 16.09.2020).

Пожарная безопасность включает комплекс мероприятий по предупреждению пожаров и снижению пожарной опасности при выполнении строительно-монтажных работ.

За организацию пожарной безопасности и выполнение противопожарных мероприятий несет ответственность начальник электроцеха и непосредственный производитель работ.

Руководитель объекта обязан:

- обеспечить исправность состояния дорог, подъездов и путей следования пожарной техники на участок;
- обеспечить строительную площадку необходимым противопожарным инвентарем и оборудованием, средствами извещения о пожаре (связь), готовность их к действию;
- обеспечить выполнение противопожарных мероприятий, предложенных ПАСФ в соответствии с действующими нормами и правилами.

-провести необходимый инструктаж рабочим и инженерно-техническим работникам (ИТР) по вопросам пожарной безопасности и безопасности труда в соответствии с действующими нормативами;

- принимать меры к немедленному устранению на объекте всех недостатков;

-обеспечить немедленный вызов пожарных подразделений в случае пожара или опасности его возникновения при аварии, одновременно приступить к ликвидации аварии или пожара имеющимися силами и средствами оценив риск жизни и здоровью.

Ответственность за соблюдение установленных противопожарных мероприятий на каждом рабочем месте возлагается на непосредственных исполнителей работ.

Древесина, используемая для изготовления настилов, щитов для перекрытия проемов, лестниц, трапов должна быть пропитана огнезащитным составом.

Место производства работ должно быть обеспечено первичными средствами пожаротушения. На рабочем месте использовать огнетушители ОП-5 (ОУ-5) в количестве 2 шт. на одном рабочем месте.

Курение вне отведенных мест запрещено!

4.5 Вывод по разделу:

В рамках данного раздела были рассмотрены вопросы, связанные с обеспечением безопасности труда работников связанных с электромонтажными работами. На основании данных исследований были проанализированы вредные и опасные факторы, влияющие на работников в процессе работы на рабочем месте. Рассмотрены регламентирующие приказы и правила. Из данных исследований подобраны средства индивидуальной и коллективной защиты для данного вида работы. Так же составлены мероприятия по безопасному ведению работ: при использовании стремянок и лестниц, при работе с электроинструментом, при проведении огневых работ. И выработан план

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>82</i>

действий при аварийных ситуациях. В окончании раздела рассмотрели пожарную безопасность и разработаны противопожарные мероприятия.

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>83</i>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка распределительной подстанции невозможна без комплексного подхода к основным элементам защиты и коммутации электрических цепей. Современные требования к чувствительности, быстродействию и селективности к распределительным подстанциям требуют разработки и внедрения нового, современного оборудования.

Разработанные в выпускной квалификационной работе схемы коммутации, защиты, управления, сигнализации, освещения и обогрева, позволяют увеличить надежность защит распределительной подстанции, а также упростить обслуживание. Выбранное оборудование соответствует всем требованиям безопасности. Благодаря современной вычислительной способности микропроцессорной защиты и ее многофункциональности облегчается диагностика и появляется возможность интеграции в АСУТП.

Со стороны экономического обоснования, все вышеперечисленные преимущества, оказывают положительное влияние, за счет снижения затрат на обслуживающий персонал, в результате чего период окупаемости составил не более двух лет.

Все описанные требования к охране труда позволяют безопасно обслуживать распределительную подстанцию и снижают риск получения травм.

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1) Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Энергоатомиздат, 2021.
- 2) Правила устройства электроустановок. 7-е издание. СПб.: Энерготомиздат, 2022.
- 3) Сенько, В.В. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. Методические указания к курсовому проектированию. Тольятти, ТГУ, 2010.
- 4) Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Учеб. пособие для вузов/ Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. – Энергоатомиздат, 1989.
- 5) Рожкова, Л.Д. Электрооборудование станций и подстанций/ Рожкова Л.Д., Козулин В.С. -М.: Энергомиздат, 2003.
- 6) Справочник по проектированию электроснабжения/ Под ред. Барыбина Ю.Г. и др. - М.: Энергоатомиздат, 1990.
- 7) Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования./ Под ред. Барыбина Ю.Г. и др. - М.: Энергоатомиздат, 1990.
- 8) Белецкий, О.В. Обслуживание электрических подстанций/ Белецкий О.В., Лезнов С.И., Филатов А.А. –М.: Энергоатомиздат,1990.
- 9) Клементьев, В.Р. Монтаж внутризаводских электроустановок/ Клементьев В.Р. Магазинник Л.Т. –М.: Энергоатомиздат, 1996.
- 10) Околович, М.Н. Проектирование электрических станций. –М.: Энергоатомиздат, 2005.
- 11) Петрова, С.С. Проектирование электрической части станций и подстанций. –М.: Энергоатомиздат, 2003.
- 11) Проектирование электрической части станций и подстанций/ Ю.Г. Гук, В.В. Кантан, С.С. Петрова. –Л.: Энергоатомиздат,1985. 50

12) Усов, В.И. Электрическая часть электростанций. – М.: Энергоатомиздат, 1987.

13) Макаров, Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ: в 6 т.: учеб.-произв. изд. Т.1/ под ред. И.Т. Горюнова и др. – М.: Папирус Про, 1999.

14) Макаров, Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ: в 6 т.: учеб.- произв. изд. Т.2/ под ред. И.Т. Горюнова и др. – М.: Папирус Про, 2003.

15) Макаров, Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ: в 6 т.: учеб.- произв. изд. Т.3/ под ред. И.Т. Горюнова и др. – М.: Папирус Про, 2004.

16) Макаров, Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ: в 6 т.: учеб.- произв. изд. Т.5/ под ред. И.Т. Горюнова и др. – М.: Папирус Про, 2005.

17) Макаров, Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ: в 6 т.: учеб.- произв. изд. Т.6/ под ред. гл. специалистов ОАО «Мосэнерго». – М.: Изд-во «Энергия», 2006.

18) Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования: РД 153-34.0-20.527-98/ под ред. Б.Н. Неклепаева. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006.

19) Кудрин, Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для вузов / Б.И. Кудрин. – М.: Интермет Инжиниринг, 2005.

20) Камнев, В.Н. Чтение схем и чертежей электроустановок/ В.Н. Камнев. – М.: Энергоатомиздат, 1986.

21) Свирен, С.Я. Электрические станции и подстанции: пособие по дипломному проектированию/ С.Я. Свирен - М.: Интермет Инжиниринг, 1990.

22) Мукосеев, Ю.Л. Электроснабжение промышленных предприятий/ Ю.Л. Мукосеев. – М.: Энергия, 1973.

									Лист
									86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			ПФВ-04.170.110.01.ПЗ		

23) Липкин, Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок/ Б.Ю. Липкин – М.: Высшая школа, 1990. 51

24) Двоскин, Л.И. Схемы и конструкции распределительных устройств/ Л.И. Двоскин - М.: Энергоатомиздат, 1985.

25) Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций/ Л.Д.Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова – М.: Изд. центр «Академия», 2004.

					<i>ПФВ-04.170.110.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		87

ПРИЛОЖЕНИЕ

					ПФВ-04.170.110.01.ПЗ	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		